B
V9351pa

MONUMENTO

AD

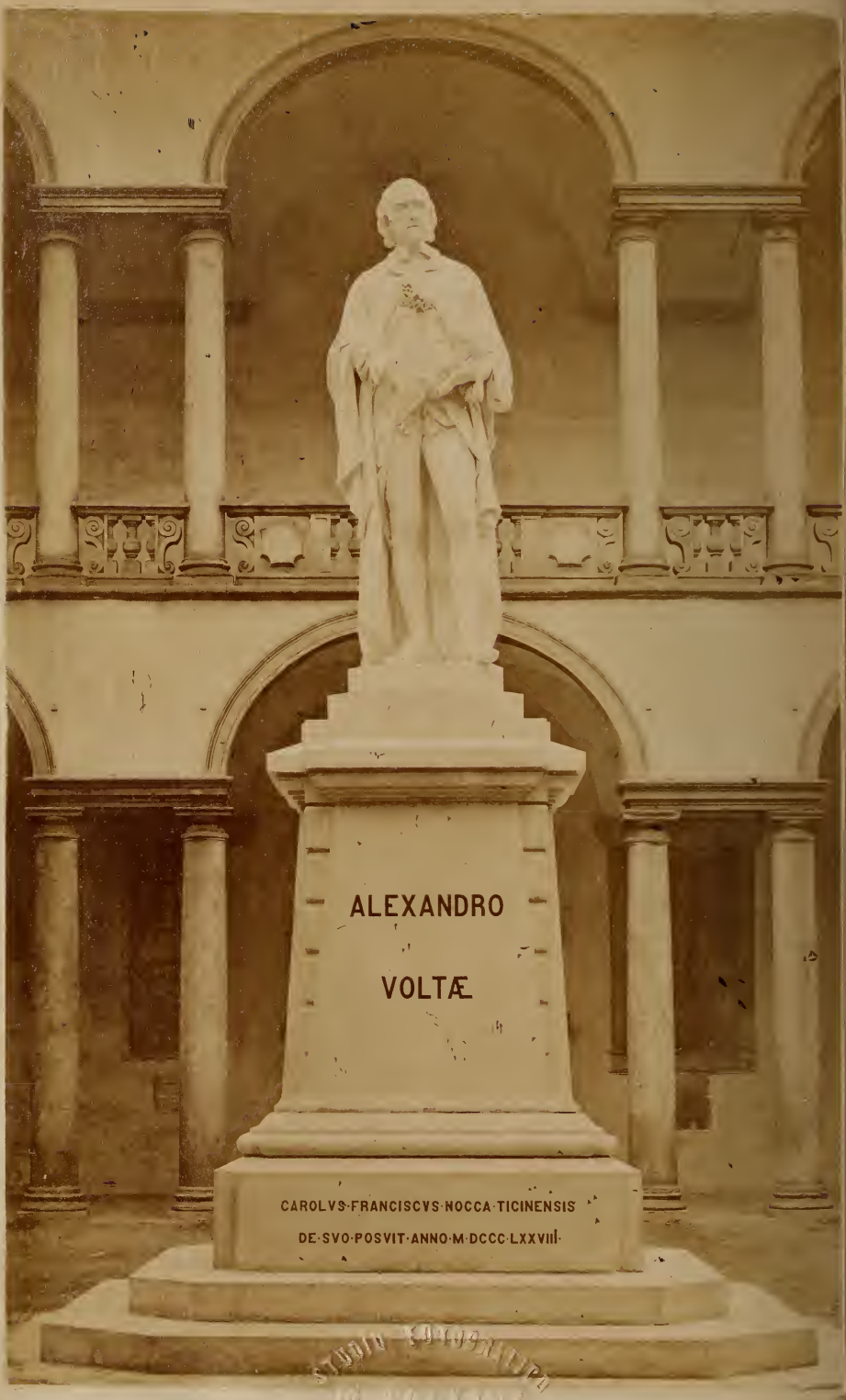
ALESSANDRO VOLTA

IN PAVIA

MEMORIE E DOCUMENTI

PAVIA
Stabilimento Tipografico Successori Bizzoni
1878.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA


ALEXANDRO
VOLTÆ
CAROLVS·FRANCISCVS·NOCCA·TICINENSIS
DE·SVO·POSVIT·ANNO·M·DCCC·LXXVIII·

MONUMENTO

AD

ALESSANDRO VOLTA

IN PAVIA

MEMORIE E DOCUMENTI

PAVIA
Stabilimento Tipografico Successori Bizzoni
1878.

AVVERTIMENTO

Questa edizione fu eseguita per cura della Ditta Editrice Successori Bizzoni giovandosi delle varie pubblicazioni, che furono fatte nella circostanza della solenne inaugurazione del Monumento Volta.

Pavia li 30 Novembre 1878.

B
V935/pa

I.

PROEMIO.

L'Università di Pavia ebbe già, e prima che altri [1], dallo scultore Giuseppe Comolli ricordata l'immagine di Alessandro Volta nella stessa scuola, che per tanti anni fu teatro alle lezioni dell'insigne maestro. Sotto il busto il donatore, Professore Pietro Configliacchi, poneva l'iscrizione:

ALEXANDER · VOLTA
IN · RE · ELECTRICA · PRINCEPS
VIM · RAJAE · TORPENDINIS · MEDITATUS
NATURAE · INTERPRES · ET · AEMULUS

Ma poichè col volger del tempo maggiormente cresce la gratitudine verso il sommo Fisico, ogni dì sorgendo nuove applicazioni nelle scienze, nelle arti e nell'industrie dalla portentosa invenzione della pila elettrica, e dalla feconda idea che la suggeriva, parve all'egregio signor Cav. Carlo Francesco Nocca quella non fosse testimonianza pari al

(1) Vedi il *Sermone* di Cesare Cantù in cui, per *isfogo di bile non ignobile*, lamentava che la patria avesse scolpita una lapide alla Pasta, cantante, non ancora al suo Volta (Giuditta Pasta a Como. Como 1832).

CAVAGNARI LIBRARY

II.

Il 28 Aprile 1878 in Pavia.

..... Allo scalo di Pavia, un'ovazione spontanea e cordialissima accolse il Deputato-Ministro..... Uno splendido equipaggio del Sindaco Arnaboldi era preparato per l'onorevole Cairoli, il quale era atteso, oltre che dalle Autorità civili e militari, dalle Associazioni de' Veterani e de' Mille e dal Sodalizio operajo con bandiere: una folla immensa s'accalcava alla stazione della strada ferrata. Il Prefetto della Provincia e il Sindaco di Pavia, ricevettero l'illustre personaggio e lo accompagnarono.

Tutta la città era imbandierata, ed alla vivezza de' colori italiani, accresceva splendore l'azzurro purissimo del cielo.

Un lungo treno giunto alle ore 10. 30, recava nuovi invitati alla festa solenne, tra'quali la stampa era largamente rappresentata.

N'arrivò l'ora..... Le porte dell'Ateneo vennero spalancate, e la folla si riversò nel vasto edifizio. Sulla porta centrale stava l'inscrizione: *Onoranze ad Alessandro Volta.*

Il gran cortile dell'Università era stato tra-

sformato in una sala imponentissima, tutta addobbata a vessilli tricolori ed orifiammi. Nel loggiato superiore presero posto le signore, che intervennero in numero stragrande — nel pian terreno tutti gl'invitati e la folla de' curiosi.

La statua, opera dello scultore Tantardini, era coperta da un lenzuolo bianco; sul piedestallo leggevasi:

ALEXANDRO VOLTÆ

CAROLUS · FRANCISCUS · NOCCA · TICINENSIS
DE · SUO · POSUIT · ANNO · MDCCCLXXVIII

Alle 2 arrivarono le Associazioni operaje e gli Studenti universitari con le rispettive bandiere.

Subito dopo giunse Benedetto Cairoli, porgendo gentilmente il braccio all'esimia Signora del Prefetto Comm. Ramognini. Scoppiarono allora fragorosissimi applausi, accompagnati da acclamazioni e da grida di *Viva Cairoli!*

Il Rettore dell'Università parlò per il primo.

Scoperta la statua, nuovi e vivi applausi. Il lavoro del Comm. Tantardini venne trovato assai bello: lo scultore ritrasse il celebre scienziato nell'atto che spiega agli scolari il suo pensiero sull'elettricità, tenendo in mano la pila.

Dopo il Rettore lesse il Comm. Arnaboldi, Sindaco della nostra Città; le sue parole furono lodatissime.

Il Prof. Comm. Giovanni Cantoni recitò quindi

dottissimo discorso, e terminava il suo dire, ripetutamente applaudito, salutando nel Volta non soltando un grande scienziato, ma eziandio un grande benefattore dell'umanità, avendo egli contribuito potentemente a fugare i pregiudizj e a rivendicare i diritti della ragione.

Si alzò finalmente l'on. Cairoli..... È impossibile descrivere l'entusiasmo che suscitò la parola dell'illustre Presidente del Consiglio. Tutti applaudivano, anche le signore, tutti gridavano: *Viva Cairoli!*

Il Signor Ministro della Pubblica Istruzione, scusava la sua assenza con una lettera, che venne letta dal Signor Prefetto.

Il Rettore dell'Università, prima di finire la cerimonia, conferì in nome della Facoltà di Scienze matematiche e naturali il diploma di laurea *ad honorem* in Fisica ad otto degli scienziati più celebri d'Europa.

Da ultimo i Rappresentanti de' vari Istituti nostrali e forestieri e le principali Autorità intervenute venivano chiamati ad apporre il loro nome all'atto della dedicazione del monumento.

Allorquando l'onor. Cairoli si mosse per uscire, il numerosissimo pubblico lo applaudiva ancora, così poco dopo quand'egli montava in occhio sul *Corso Vittorio Emanuele.*

Il Comm. Arnaboldi, Sindaco, accoglieva poi eletti ospiti a lieto banchetto nel proprio palazzo. A questo pranzo, che fu splendidissimo per ricchezza e buon gusto, assistevano trentadue

convitati, non comportandone l'ampiezza della sala maggiore numero.

Alle frutte sorsero i brindisi. L'Arnaboldi bevette alla scienza, a coloro che in nome della scienza convennero a Pavia, ed al Signor Presidente del Consiglio de' Ministri.

Rispose questi propinando al Sindaco, che seppe dar lustro e vita ad una festa scientifica e cittadina ad un tempo.

Il Cav. Reale in nome di Milano, il Marchese Negrotto in nome di Genova, portarono un saluto a Pavia. Il Rettore ringraziò, anche in nome dei vari rappresentanti nazionali e stranieri, i Signori Arnaboldi, che aveano fatto ciò che l'Università non avrebbe potuto fare, di aggiungere cioè alla solennità della festa della scienza la più squisita eleganza, la più amabile cortesia. Il Prefetto d'Alessandria portò un *toast* in lingua francese al russo Prof. Estlander, il quale rispose con parole d'ammirazione per l'Italia.

Poscia essendosi l' esimia Signora Arnaboldi volta gentilmente in atto di brindisi verso il Signor Nocca, questi corrispose tosto propinando a Lei, che seco qui reca tanta gentilezza, splendore e cortesia; al Comm. Arnaboldi, che con tanto ingegno ed abnegazione regge le cose di questo Comune; ed allo scultore Tantardini, che fu sì fortunato riportando una vittoria sulla materia; infine ringraziò i Signori Rappresentanti la Città di Como, che gli aveano fatto presente, siccome al Rettore dell'Università ed al Sindaco, della me-

daglia coniata nel 1838 in onore del Volta, rivolgendo Loro le seguenti parole:

« L'alto segno di stima e di onorificenza che Voi, illustrissimi Signori, mi porgete a nome dell'insigne città di Como patria del sommo Volta, commove sì grandemente l'animo mio, che non trovo parole atte ad esprimervi convenevolmente i sentimenti da cui sono compreso e per debitamente ringraziarvi. La medaglia commemorativa, che col mezzo vostro, chiarissimi signori, Como mi inviò, terrò sempre presso di me quale oggetto carissimo, ed il più prezioso ch'io mi possa desiderare, e mi ricorderà anche nella mia più tarda età questo giorno felicissimo, nel quale mi è dato poter stringere la vostra mano e per mezzo vostro inviare un Salve ed il mio più profondo ossequio all'inclità Città, che diede i natali ad un sì grande uomo, quale fu il Volta, il cui nome riempie il mondo intiero, e che ora ci dà la somma fortuna di unirci in un solo affettuoso pensiero, ed in un cordialissimo fratellevole amplesso. Siate presso i vostri concittadini, anche a nome mio, gl'interpreti della nostra vivissima e perenne riconoscenza. »

Nel ricevimento, che pure in Casa Arnaboldi ebbe luogo più tardi, Pavia ebbe campo di mettere in mostra quanto ha di più eletto e — diciamolo pure — di più bello.

La sera le loggie dell'Università erano fantasticamente e riccamente illuminate. Due bande musicali, poste nei cortili, alternavano liete me-

lodie. Migliaja e migliaja di persone s'affollavano sotto i portici.

La giornata di domenica rimarrà memorabile nei fasti di Pavia. La festa procedette col massimo ordine e con piena soddisfazione di tutti [1].

(1) Dobbiamo ricordare a titolo di benemerenza il Consiglio Comunale di questa Città che nella sua adunanza del 5 Aprile corrente anno votò per questa circostanza la somma di L. 3000, l'amministrazione del Collegio Ghislieri che mandava in dono a Codesto Ateneo L. 1000, e così pure anche la Provincia L. 500, venendo queste somme offerte allo scopo di rendere vie più solenni le onoranze al grande Fisico.

III.

Parole del Rettore Prof. Comm. A. Corradi.

Fausto, faustissimo giorno per l'Università di Pavia, è questo dì 28 Aprile.

È giorno di festa per noi, che or fa cent'anni avemmo Alessandro Volta tra i nostri Professori, per Como che gli diè i natali, per la scienza italiana cui aggiunse tanta gloria, per l'intiero mondo civile, poichè dell'invenzione e scoperta di lui tutti di continuo profittiamo.

Ciò solo basterebbe per rendere memorabile la cerimonia d'oggi: ma a lei cresce splendore la presenza di eccelse persone, la fanno solenne gli uomini illustri nelle scienze e nelle lettere qui convenuti, affettuosa il sentimento di gratitudine che la promosse e l'avviva, grandiosa lo stesso affollato concorso.

Grazie, o Signori, siate tutti i benvenuti. Grazie a Voi, Eccellentissimo Signor Presidente del Consiglio de' Ministri, che mostrate insieme come i più alti onori non fanno dimenticare la patria, e come il R. Governo sollecito prenda parte a tutto ciò che tocca il sentimento della nazione, celebrandone insieme le glorie o rattristandosi delle pubbliche sventure. Non potemmo avere, com'era

nostro desiderio, il Signor Ministro della Pubblica Istruzione; ma l'onorevolissimo Signor Prefetto della Provincia ne tiene le veci. Il Municipio di Como, giustamente altero d'avere tra i suoi figli il Principe de' Fisici moderni e cortese ad un tempo, è qui con noi con due delegati; Milano, che del sommo Uomo conserva nell'Istituto Lombardo i cimelj, v'è pure; la mia Bologna, la patria del Galvani, riunisce con il suo rappresentante i due grandi emuli: i nostri avi li videro combattenti nel campo della scienza; noi più fortunati cogliamo i frutti della nobile gara, chè quella veramente fu nobile e feconda di meravigliosi effetti. E la famiglia di Lui altresì ricordano i due Nipoti, che qui seggono [1]. Università, Accademie, Istituti e Società Scientifiche nazionali e straniere mandarono legati a questa festa della scienza; altre, cui la distanza o gravi impedimenti tolsero di fare altrettanto, vi prendon parte co' voti, col plauso, con lo spirito riverente. Grazie ancora.

Un nuovo monumento ha l'Università nostra: essa lo deve alla liberalità del Signor Cav. Carlo Francesco Nocca, alla maestria del Comm. Tantardini: il valente Scultore con la nuova opera accrescerà fama al suo nome; il munifico donatore avrà gli encomj d'ogni animo, che si commuova alle nobili azioni; intanto egli è sicuro della pe-

(1) Il Dott. Alessandro, Professore di Fisica nel Liceo Foscolo, e l'Avvocato Zanino autore dell'accurata Biografia di Alessandro Volta (Libro primo della Giovinezza — Milano 1875, 8°).

renne nostra gratitudine. Ma la nuova statua, che or si discopre non è una statua di più: essa ha con sè una potente forza morale, giacchè diviene a noi maestri, a voi discepoli incitamento continuo all'emulazione, ricordo di virtuosi sentimenti. Il Volta, che pur conosceva qual largo campo apriva con le sue scoperte che intravedeva come dalla sua pila sarebbe scaturita una moltitudine di arti, d'industrie, di utili applicazioni, modestamente scriveva al fratello di non aver fatta una *scoperta capitale* [1]: e, lui grande e colmo di onori a Parigi dai maggiori dotti e dal potente Primo Console, diceva alla moglie *io non m'invanisco a segno di credermi di più di quel che sono* [2].

O Alessandro nostro: in quest'Ateneo, che te riverentemente onora, sempre alberghi il tuo spirito immortale; tu ci reggi nell'ognor più arduo cammino della scienza; tu *vir bonus et sapiens* fa siano in noi e nella valorosa gioventù, che con amore educhiamo, la mente ed il cuore così temprati da poter mantenere la rinomanza dell'Università, che, per te gloriosa, è pur gloria d'Italia.

(1) Lettere inedite di Alessandro Volta. Pesaro 1834, pag. 131.
(2) Ivi pag. 81.

IV.

Parole del Sindaco
Comm. Bernardo Arnaboldi Gazzaniga.

Illustri Signori,

Povera è la mia mente, e timida, perchè così la volle natura, ma oggi ancor più ella mi fa timoroso, trovandomi io in mezzo a Voi, illustri cultori delle scienze; e tra le vetuste mura di un Ateneo, da cui partono a guisa di raggi solari le splendide memorie di nomi immortali per grandezza e forza di sapere.

Nondimeno, animato dal pensiero che nelle intelligenze colte predomina facile il perdono, perchè vi si accompagna di solito un animo gentile, mi fo ardito a rivolgervi alcune modeste parole, che se si staccano dalla rettorica, sono però inspirate dal cuore, per darvi, a nome della cittadinanza, un cordiale benvenuto; e addimostrarvi l'intera riconoscenza per avere in sì solenne circostanza onorata colla vostra presenza la città nostra.

Signori! Quasi un secolo è scorso, dacchè la bella figura di Volta fra queste arcate passeggiava

tranquilla, meditando sui fenomeni che sentiva di poter affrontare e vincere: più che mezzo secolo, dacchè dopo di aver nelle scienze fisiche prodotto un'intiera rivoluzione, di cui tutte le discipline dipendenti risentirono gli effetti, per la potenza della sua scoperta, quell'ingegno, più che raro, unico, scendeva modestamente nella tomba, senza che pubblico e condegno ricordo gli fosse posto in questo nobile recinto, che pure era il più glorioso arringo, nel quale la sua voce chiara ed efficace, si udiva ancora, quasi direi, per molto tempo, simpaticamente risuonare.

Como sola, sua città nativa, gl'innalzò una statua, ma qui, ad onta di una profusione di monumenti, sorti ad ogni parte, niuno ancora aveva, tanto quanto s'avrebbe voluto, pensato a Volta, o per meglio dire, tutti vi pensavavano, ma temenți forse di non riescire a cosa degna di lui, confidarono tacitamente nel tempo.

Un nostro concittadino, dilettante seguace di quegli studj che il Volta sublimò, con una delle più segnalate epopee, rotto ogni indugio, ebbe il felicissimo pensiero d'innalzare egli il monumento e donarlo all'Università; e da generoso Mecenate, commise al rinomato e distinto scultore Tantardini la statua, che qui vi sta innanzi.

Come capo di quest'illustre città, io godo nel poter additare alla pubblica benemerenza, quale esempio di saggia liberalità, il nome del Cav. Francesco Nocca; poichè non solo da quest'atto si può trarre argomento dei delicati sentimenti dell'animo

suo, ma ancora più applaudire al nobile proposito, che fece dell'arte e della scienza uno splendido e maestoso concetto.

Oggi che il ciclo della nostra rivoluzione dir si può chiuso, oggi che sulle ali della libertà volano speditamente i più arditi pensieri; oggi infine che per l' indipendenza possiamo imparare a profondamente conoscere quegli uomini, che col sapere fugarono le dense nubi delle superstizioni e dell'ignoranza, non solo è gradito dovere, ma è pur bello, dico, l'inchinarci innanzi alla memoria di questi veraci splendori dei secoli, pei quali ebbe l' Italia il nome di terra dei Grandi. Scorreva un'epoca stanca, e sbigottita, nella quale arti, lettere, e scienze pullulavano, ma si assopivano tosto dai grandi avvenimenti di Francia, che avevano scosso tutto l'ordine sociale; l'occhio timoroso ancora si volgeva a Franklin, che vero genio della giovane America, aveva colla sua scoperta del parafulmine sorpreso il mondo, quando il Volta allora già rinomato professore di fisica in questo Ateneo, presentò il suo trovato della Pila. Una impressione profonda suscitò nell'Europa la nuova scoperta; e non mancarono gl'increduli, gli emuli, che tentarono di abbattere quella mirabile, portentosa e superba invenzione; destinata a percorrere le vie del mondo, apportatrice di luce e di progresso.

La poderosa Pila già di per sè stessa annichiliva la teoria del Galvani, alla quale tutti avevano attinto: gli studj profondi applicati agli

esperimenti, che celebri fisici già da anni compivano nel segreto dei loro gabinetti, facevano loro mal sopportare, che il genio italiano troncasse d' un colpo ogni speranza di gloria, forse alla vigilia stessa in cui credevano di poterla conseguire.

Ma tant'è, Volta avea donato al mondo la Pila; e quantunque agli stranieri si unissero anche increduli Italiani, egli fra loro la gittava, mostrandone la potente e reale forza, con quella medesima sicurezza colla quale, trecent'anni prima su rozze carte geografiche l'intrepido navigatore genovese additava agl'invidiosi spagnuoli che in quel punto esisteva un mondo nuovo. Non scorse però molto tempo che anche fuori di paese le appassionate gare tacquero, e fu appunto nel 1801 che in Francia, alla presenza di quel Bonaparte, che come primo Console ne reggeva allora i destini, il Volta non solo ridusse al silenzio le più sottili critiche, ma empì di meraviglia l'Istituto di Francia, acquistandovi quella lode e quegli onori, che gl'indefessi e profondi studj, continuati per una lunga sequela d'anni con indicibile amore e costanza gli davano diritto di conseguire.

Eppure da vicino paese, quando appunto dalla scoperta della Pila cominciavano le stupende applicazioni, un motto argutissimo di illustre ma poco giusto poeta ci veniva lanciato, nella pubblicazione delle Nuove Meditazioni, chiamandoci nel concetto di due versi — la terra dei morti; — ma la scienza, perdio, s'era quasi a bella posta infusa nella mente del Volta per cancellare dalle

pagine storiche quelle mordaci parole, chè i torrenti elettrici che spiccavano fulminei dal loro apparato, quella luce che univa due secoli, mostrava vita, e vita copiosa di forze e di senno, e di cui una sola scintilla sarebbe bastata per frangere gli avelli dei nostri maggiori, e far crollare gli edificj dell'intero creato. Ma l'ultimo periodo della nostra storia fu la più bella ed efficace protesta contro quella ingiuriosa sentenza.

Lodi, onori, fasti, uomini, memorie, tutto è quaggiù fugace; ma le grandi scoperte lasciano un immortale solco, che non è dato distruggere neppure al passaggio delle generazioni; e che la falce del tempo anzichè cancellare, vieppiù approfondisce.

Così è della Pila Voltaica, che nota a noi tutti, con felicissima idea vediamo rappresentata nel monumento, che qui da noi s' inaugura. Volle l'artista raffigurare quel sommo nell'atto che spiega all'attonita scolaresca il suo portentoso ritrovato.

Più semplice, e ad un tempo alto concetto, mi pare non si potesse ideare; quello sguardo tranquillo, sereno e sicuro, quella mano in alto levata, che quasi in ajuto del pensiero cerca maggiormente di persuadere, e vincere le ritrosie della ragione, quell'insieme di calmo e sereno, di muto linguaggio, che è già per sè stesso una potente rivelazione, condotta con sommo magistero dell'arte, e con accurata finezza di lavoro, dinotano, o Signori, che anche chi vi consacrò lo scalpello fu immedesimato dell'opera che creava, ed ha saputo, nella sua

riverente ammirazione, scolpire in quel masso tutto ciò che l'alto sentire d'un'alma inspirata all'arte sa riprodurre.

Secolo più fortunato io non saprei trovare, che abbia ad un tempo dati alla scienza tanti progressi, e rotti i ceppi, nei quali era legato gran parte dell'umano incivilimento: tutti sono testimonii di quello di cui l'insuperabile scoperta di Volta è stata capace; essa è là riprodotta nella mano di quel genio, e da sola parla uno di quei linguaggi, che bastano ad illustrare, non solo un monumento, ma una lunga e non anche finita epoca della storia; essa è là per ricordare in compendio le meraviglie della sua applicazione; per dirci: ieri vi diedi la trasmissione della parola, del pensiero; oggi vi dò quella del suono; domani forse vi darò la ripetizione dell'uno e dell'altro riuniti.

A tali fatti, o signori, la mente si smarrisce talmente, che è pur perdonabile l'idiota, se estatico e quasi insensato riguarda quei prodigi come l'opera straordinaria di magica potenza.

Parlai forse più di quanto a me era concesso dire; ma se confesso che il nome di Volta mi ha trascinato oltre il cerchio che mi era prefisso, non ho rossore di dichiarare che a questo punto ogni forza mi manca, che il sentimento solo della gratitudine mi viene in soccorso per pronunciare ancora una parola di ringraziamento alle numerose rappresentanze, che da ogni parte concorsero per festeggiare questa gloria italiana; gratitudine che maggiormente sente Pavia, in quantochè avendo

per trent'anni ospitato quell'uomo, e quasi considerato quale suo cittadino, gode come tenera madre vedersi onorare un figlio adottivo.

Possa così la scienza, la liberalità, l'arte trovare sempre indefessi e sagaci cultori; possa così l'esempio inspirare nobili e generose azioni, e mostrare come l'italica Nazione rediviva sotto l'egida di una santa ed immacolata bandiera, progredisca onorando le sue glorie.

V.

LA MENTE DI A. VOLTA

Discorso del Prof. Comm. Gio. Cantoni

Preside della Facoltà di Scienze matematiche e naturali.

Onorevoli Signori!

1. Un forte ingegno dell'antica scuola pitagorica, fantasticando sul più arduo problema della cosmologia, formulò un concetto, che parmi uno de' più sublimi lampi di genio, inchiudendo esso la base di quella filosofia naturale, che oggi soltanto comincia a delinearsi con qualche sicuro tratto.

Disse Filolao: che la ragione e la natura furono insieme generate. Oggi direbbesi: che i prodotti del pensiero ed i fenomeni naturali, di necessità, devono riescire armonici fra loro, e perchè si svolgono gli uni e gli altri sovra un fondo comune, e perchè la umana scienza non sarebbe possibile, ove le leggi della ragione non avessero rispondenza colle leggi della natura. Il pensiero, quando si concentra in sè, in modo normale, non può che intuire o riflettere il processo de' fatti più generali della natura. Così, ad esempio, le leggi della meccanica razionale non fanno che

rivelare man mano le leggi più ascose e più generali della dinamica naturale. E d'altra parte le singole rivelazioni che i fenomeni di natura ponno addurre al nostro pensiero, per mezzo dei sensi operanti normalmente, vanno costituendo grado grado ed educando l'intelletto nostro nello svolgimento delle proprie funzioni. Codesto intimo commercio, o piuttosto questa vita comune ed intima della natura e del pensiero, fa ragione dell'armonia che l'intelletto nostro iscorge nella natura stessa, e che, mi sia lecito il dirlo, la natura riconosce in sè medesima, attraverso l'operare della più sublime sua creatura, la ragione umana.

Ma il concetto di Filolao risponde anche ad altro fatto, che noi riscontriamo nella storia di tutte le scienze, e segnatamente in quella delle scienze naturali e delle psicologiche. I concetti che andiam formandoci de'fenomeni, che natura ci svolge innanzi, sono sempre il risultato della commistione di ciò che veramente la natura dice, e di ciò che la mente nostra pensa di vedere: in più brevi parole i concetti nostri intorno ai fenomeni comprendono sempre una parte subbiettiva, oltre alla parte obbiettiva. Così il concetto che una persona del volgo si forma di un dato fenomeno naturale è ben diverso da quello che se ne fa lo scienziato: e pur ancora nella mente di ciascuna persona dotta un tale concetto può diversificare di molto, secondo l'indirizzo speciale e la profondità relativa degli studii suoi. Anzi,

man mano che le dottrine intorno a quel dato ordine di fenomeni vanno allargandosi, col progredire delle cognizioni nostre, vanno pure modificandosi i nostri concetti su quel fatto sensibile. Voglio dire che, nel dar forma a questo, nella mente nostra interviene come parte precipua la particolare supposizione, che la nostra fantasia ha saputo creare al di sotto della forma parvente del fenomeno stesso.

Ora, ciò che qui notiamo come un fatto ideologico generale, si verificò in un modo assai spiccato nei concetti che la scienza è venuta successivamente architettando su la natura dei fenomeni elettrici, dei quali in particolar modo e con singolare fortuna si occupò quel sommo ingegno, che oggi qui siamo chiamati a commemorare per causa di onoranza.

Difficoltà dell'argomento.

2. Ma sarebbe opera vana e del tutto sconveniente per la scientifica solennità di questo giorno il passare in rassegna le indagini, i tentativi, le scoperte e le pubblicazioni tutte di chi si meritò nome di fisico insigne.

Moltissimi, in Italia e fuori, scrissero e disputarono, lui vivente, sui lavori e trovati suoi; e pur dopo ch'egli scomparve dalla scena scientifica, le opinioni sul valore delle sue dottrine furono assai varie, e s'andarono alternando, più volte, le lodi esaltate e le vivaci opposizioni. E

d'altronde, a portare pieno giudizio sul valore delle dottrine voltiane, necessiterebbe non solo delineare lo stato della elettrologia prima di lui, ma pur dichiarare gli svolgimenti che essa ottenne di poi, mercè le scoperte sue.

Pertanto nessuno di voi, o Signori, si attenderà da me che qui rifaccia codesta lunga ed intricata istoria di svariatissime esperienze, e di teoriche assai complesse, nelle quali, pur oggi, riesce difficile il vedere ben chiaro, restando tuttora i fenomeni elettrici involuti con talune creazioni della mente nostra, le quali sino dai primi passi della elettrologia, ed oggi ancora, vennero siffattamente frammischiandosi alla parte oggettiva dei fenomeni, che non sappiamo più scorgere questa senza di quelle.

Difficoltà speciali dell' elettrologia.

3. Fu gran fortuna per la termologia l'essere pervenuta a liberarsi affatto dalla dottrina della materialità del calorico, mercè i principii della termodinamica, i quali diedero a questo ramo di scienza fisica quella stessa perspicuità e quella sicurezza di applicazioni, che già la matematica avea recato alle dottrine di meccanica generale. Nell'elettrologia invece, ben si asserisce da molti essere dubbie ed anco inutili le ipotesi di uno o di due speciali fluidi elettrici; ma, tosto dopo, non appena costoro entrano nel campo descrittivo ed esplicativo d'ogni particolare fatto elettrico, si val-

gono a piene mani dei principii e del linguaggio di quelle ipotesi; tanto che non è più possibile sceverare la parte reale del fenomeno dalla parte soggettiva e fantastica.

Prima del Volta gli elettricisti di maggior valore discorrevano di un fluido speciale, come il Franklin ed il Beccaria, oppure dell'etere, come l'Eulero e l'Epino, ponendolo qual agente de' fenomeni elettrici, e ne trattavano come di cosa materiale, per quanto sottilissima, che, or invadendo, ed ora erompendo dal seno de' corpi (a), riguardati quasi semplici spugne per codesta materia, suscitasse tutte le particolari apparenze in essi osservate. E la terra era considerata or come fonte indefettibile, ed or come ricovero sconfinato della materia elettrica; e spesso alcuni corpi, in date condizioni, ne dovevano accogliere od erogare quantità oltremodo grandi.

Non devesi però muovere troppa meraviglia,

(a) Basterà citare qualche frase della dissertazione di Eulero, premiata nel 1755 dall'Accademia di Pietroburgo, ed intitolata *De causa physica electricitatis*. La sua tesi era questa: « corpus tum reddi electricum, cum ex ejus poris aether ex parte saltem fuerit expulsus: sicque electricitas in privatione vel diminutione aetheris, quo pori in statu naturali repleti esse solent, erit constituenda. » Epperò premette che: « praecipuum discrimen corporum erit statuendum, prout eorum pori fuerint vel magis vel minus patentes. Corpora scilicet poris magis patentibus praedita hanc prae reliquis habebunt proprietatem, ut aether in iis contentus facile erumpat,.... vel saltem ut externo aetheri ingresssum libere concedant. In corporibus autem, quorum pori magis sunt clausi, haec eadem quidem, sed multo difficilius tardiusque evenient. Quin etiam facile ejusmodi pororum structura concipere licet, qui aetheri ingressum facilius permittant quam egressum, vel viceversa, atque adeo talis structura tam videtur naturalis, ut vix ulla corpora ad egressum et ingressum plane aeque comparata sin censenda, nisi quae poris omnino patentibus sint praedita. » Ma, tosto, dopo, egli stesso inciampa, per risolvere l'evidente difficoltà che i metalli più densi, i quali *patentemente* sono molto meno porosi dell'aria, concedano all'etere elettrico un passaggio oltremodo più libero che non faccia l'aria stessa!

se in questo ramo di scienza abbia perdurato una dottrina così poco filosofica e poco consentanea ai principi generali della fisica moderna, quando si pensi che nella stessa termologia perdurò la dottrina del calorico ben più di mezzo secolo dopo che il Rumford, con un esperimento concludentissimo, aveva dimostrata l'assurdità di quella dottrina, e provato ad evidenza: che il calore prodotto dallo sfregamento di due solidi fra di loro, è diretta rappresentanza dell'energia meccanica adoperata nel lavoro medesimo di confricazione; talchè poi il calore stesso, impiegato alla sua volta come energia motrice, può produrre un lavoro equivalente all'anzidetto.

Eppure, anche per la elettrologia, vi aveva una forma di elettromotore, la macchina Nairne, la quale, appena fosse stata considerata nella sua efficienza colla veduta filosofica del Rumford, avrebbe potuto condurre ad una analoga conclusione. Poichè, ancor da essa, pur istando perfettamente isolata in ogni sua parte [b], può trarsi tal somma di energia elettrica da rispondere a qualsiasi misura preaccennata, solo che a questa sia commisurato il dispendio dello forza motrice, voluto a vincere man mano la aderenza, che ad ogni tratto risorge, fra i due corpi strofinantisi, i quali scambievolmente si attraggono, appunto perchè sono in opposto stato elettrico.

(*b*) In una nota, da me letta all'Istituto Lombardo nel 1867, ho mostrato che, per questa macchina, la comunicazione col suolo d'uno degli elettrodi non arreca vantaggio, anzi è meno proficua dell'isolamento completo, quanto al caricare ad una data tensione una serie di bocce di Leida di data capacità.

Ma, sgraziatamente per il progresso della scienza, le forme e le condizioni d'uso delle comuni macchine elettriche a strofinio furono così mal proprie, da avvalorare quegli strani concetti di un fluido indeficientemente prodotto, mercè lo strofinare di due corpi, per ciò solo che l'uno d'essi era tenuto in diretta comunicazione col suolo.

Prime idee direttrici del Volta.

4. Però fu grande ventura per il nostro fisico, che i suoi primi studi fossero rivolti a que' fenomeni che il Wilke, il Cigna ed il Beccaria avevano osservati, e che quest'ultimo, il Beccaria, andava investigando sotto nome di elettricità vindice. Perciocchè da questi fenomeni si rivelava un novello aspetto ed una forma novella di elettromozione, quella che direttamente scaturisce dal fatto fondamentale della induzione elettrica, e che si esplica, mercè il lavoro richiesto a staccare ed a discostare l'uno dall'altro due corpi, che dianzi, quando stavano a contatto apparivano pochissimo o punto elettrizzati: e questo lavoro può rinnovellarsi quante volte si vogliano, mediante semplici maneggi.

Il primo studio classico del Volta fu l'opuscolo latino, intitolato *De vi attractiva ignis electrici*, ed indirizzato, a forma di lettera, allo stesso Beccaria nel 1769. In questo scritto, a mio vedere, si contengono in germe que' principii, che lo condussero, alla scoperta dell'elettroforo, e ad una

dottrina abbastanza compiuta dei fenomeni della reciproca induzione e della così detta condensazione elettrica.

Ivi il Volta, pur accettando il concetto franckliniano del fluido elettrico, insidente ne' corpi diversi in varia misura, procurò dargli forma scientifica, collegandolo col fondamentale principio della fisica neutoniana, la mutua attrazione tra la materia grave. Però, a mio credere, egli segnava un primo avviamento alla teoria, ch'io chiamerei molecolare, de' fenomeni elettrici. Non solo egli opinava che i corpi di natura diversa, richiedessero quantità differenti di elettricità, secondo la varia intensità dell'azione attrattiva dispiegata dalla rispettiva loro massa sul fluido stesso; ma aggiungeva, che ancor la diversa loro struttura interna e la differente natura delle loro molecole dovevano aver influenza sulla misura della predetta attrazione; e più ancora avvertiva che, nell'atto dello strofinio, il fluido elettrico insidente ne' due corpi veniva perturbato, in quantochè si perturbavano scambievolmente, col moto di frizione, le disposizioni di equilibrio delle molecole costituenti i corpi medesimi [c]. Ed infine, tanto caso egli po-

(*c*) Ecco come egli stesso riassumeva queste sue idee, in un modo certamente più consono alle idee moderne di quello succitato dell'Eulero. » Recolendum est quod superius dixi: in massulis compositis leges virium consurgere a diversa positione particularum primigeniarum, nempe cum hae vires particularum pendeant a distantiis, et in systemate quidem Boscovichiano in minimo insensibilique spatio plures habeantur transitus ex repulsivis in attractivas, et iterum in repulsivas, patet ex varia ratione, qua hae particulae disponuntur invicem, sic ut vires vel se collidant, vel conspirent, divensas admodum vires resultare debere in corporibus, tum respectu intensitatis, tum distantiae, ad quam pertingant, tum rationis decrementi ecc. »

neva nelle azioni reciproche delle molecole dei corpi elettrizzantisi, che le paragonava agli smovimenti intestini, che si rivelano sotto forma di calore nelle reazioni chimiche. Al qual proposito egli però osservava, che i moti chimici, comechè distendentisi a tutta la interna massa dei corpi in conflitto appaiono meno evidenti di quel che accada coi moti meccanici superficiali di strofinio (*d*). Ma su questo punto avremo occasione più

« Haec igitur si ob oculos habeantur, an erit mirandum, quod dispositione particularum immutata in aliquo corpore immutentur et vires, ita ut intendatur vel remittatur attractio hujus corporis erga fluidum electricum? Porro affrictum in particularum dispositione perturbationem parere manifestum est; ac quidem talis ea videtur, quae virium mutationi inducendae maxime est apta; minime enim partes eae sunt, quae dum succutiuntur, novum statum, seu novam respectivam positionem acquirunt. »

« Equidem quinam ille minimarum partium motus sit qua attractio minuitur, ut in sulphure, quinam ille quo augetur, ut in vitro, etsi definire non licet, eo quod intimum cujusque textum non percipiamus, satis tamen pro re nostra habemus, si illud in genere pateat, haec diversa a diverso motu praestari posse. Patet autem et illud: vitrum, sulphur, serica diverse affici debere, prout diversis corporibus fricantur superficie nunc aspera, nunc laevi, ecc., diversos enim pro mutatione utcumque parva motus excitari necesse est: sed haec mutatio dispostionis in particulis, distantiae videlicet etiam indiscernibilis, quot quantaque virium discrimina inducere possit, quis non videa? »

La importanza ed opportunità di queste idee ci farà scusare la lunghezza della citazione.

(*d*) Quest' altro passo ci sembra pur degno d' essere ricordato: « Num, in solutionibus, fluidorum mixtionibus, effervescentiis, conflagrationibus, ecc., quae ad Chemiam pertinent, cum minimarum etiam particularum textus tot tantisque modis innovetur, vires mutuae tam insignite mutentur, ut nunc intensius, nunc remissius agere, ipso demum oculis perspiciamus, num, inquam, in his chemicis operationibus ignis electricus quidquam patiatur, quodque principiis a me positis consentaneum est, electricitas aliquo exurgat: quae si revera exurgit, cur ergo signa nullatenus se produnt? »

« Equidem mihi persuasum est in omnibus hisce motibus, seu corporum alterationibus ignem electricum diverse affici, ipsumque varias vicissitudines subire: nempe confluere quo vis attractiva intensior evadit. Verum cum electricitatis phaenomena tunc solum habeantur cum viribus se restituentibus ignis electricus ad pristinum statum regreditur; si iste regressus insensibili quodam modo fiat, eo quod vires lente admodum restituantur, patet ulla haberi posse signa sensibilia. Atqui hic casus videtur esse eorum motuum, quos chimicos dicimus. Hac ratione facile intelligitur, cur licet intestini hi motus in-

innanzi di esporre più precisamente le idee del Volta in confronto alle nostre.

Fatto è che nell'opuscolo anzidetto egli parla, con ben maggiore chiarezza e semplicità scientifica, che non facesse il Beccaria, dei fenomeni da questi tanto studiati. Poichè il Beccaria immaginava che, nell'atto in cui da un coibente elettrizzato si stacca l'armatura metallica applicata ad una sua faccia, quest' ultima rivendicasse a sè, quasi a dire, dalla armatura stessa quella elettricità, che essa le aveva dianzi comunicata. Laddove il Volta riduce questi fenomeni al fatto fondamentale dell'induzione, e mostra che il coibente elettrizzato provoca una carica elettrica di natura opposta alla propria nel corpo conduttore, che dianzi s' è fatto comunicare col suolo. E così il fatto avvertito dal Wilke si collegava strettamente coi fatti della pretesa elettricità vindice del Beccaria, e quasi servivano l'uno all'altro di spiegazione.

Teoria dell'elettroforo.

5. Anzi il fisico comense, riprendendo in attento studio il fatto del Wilke, immaginò il suo elettroforo. E quì devo avvertire che la teoria di questo semplice strumento, quale fu data per gran

signiorem inducat particularum mutationem, proinde et virium mutuarum discrimen sane notabilius, quam affrictus; nihilo tamen minus hic affrictus electricitati excitandae sit multo magis idoneus..... Quanquam nec illud affirmare prorsus auderem, nulla unquam in chemicis hisce operationibus obtineri posse electricitatis signa sensibilia. »

tempo dai più reputati elettrologisti francesi, ed è ancor data da taluno di essi [e], è affatto incompiuta rispetto a quella esposta dal Volta. Questi mostrò chiaramente che, quando un buon coibente viene elettrizzato al modo del quadro francliniano, ponendo l'una armatura di esso in comunicazione coll'elettrodo positivo della macchina, mentre l'altra armatura comunica col suolo, la reciproca induzione delle opposte cariche tende a scemare la tensione nelle faccie esterne delle due armature, e che poi, facendo arco fra quest'ultime sì da avere la scarica del condensatore, il coibente medesimo risulta un vero elettroforo, già carico, ed atto ad oprare come tale, sol che una delle armature sia mobile.

Perciocchè, compiuta la scarica del quadro, col mantenere per alcun tempo in buona comunicazione le due armature, ancora si manifesta quella forte aderenza, che il Beccaria pose in chiaro con molte sperienze, fra ciascuna armatura e la corrispondente faccia del coibente, talchè a produrne il distacco, richiedesi un sensibile sforzo. Però, sollevando poi di molto la armatura mobile rispetto al coibente, si manifesta in essa una notevole carica a forte tensione e di natura opposta a quella del coibente stesso. Quindi l'anzidetta ade-

(*e*) Moltissimi trattatisti, nel descrivere i fenomeni dell'elettroforo, non accennano che, stando il piatto in comunicazione col suolo, la faccia interna del coibente assume una carica positiva, mentre la faccia strofinata si carica negativamente; e che perciò, cessato lo strofinio, il piatto prenderà per induzione una carica negativa, intanto che, col toccare lo scudo, questo si elettrizza positivamente.

renza è insieme effetto e prova della attrazione scambievole tra le faccie a contatto ed oppostamente elettrizzate.

Or qui si noti che la detta elettricità delle armature non si rende manifesta senza il lavoro necessario a vincere l'aderenza medesima. Bensì lo scudo, scaricato, ricollocato sul coibente e fatto di nuovo comunicare col piatto, mercè una nuova azione induttrice, riproduce l'aderenza: per modo che, con un nuovo distacco, si manifesta, ancora a forte tensione, la novella carica in esso indotta. E così successivamente, ripetendo codesto maneggio, si può avere una serie indeficiente di ricariche per induzione, e di scariche dopo il distacco. Ma sempre codesto indeficiente prodursi delle cariche ottenibili dalla armatura trova ragione nel continuato lavoro, necessario a compiere il distacco e l'allontanamento del disco metallico rispetto alla superficie inducente.

Inoltre il Volta avvertì che, per gli effetti ora descritti, non tanto occorre far comunicare col suolo, toccandolo col dito, lo scudo posato sul coibente, innanzi sollevarlo, quanto piuttosto giova il far arco conduttivo fra esso ed il piatto, cioè fra le due armature applicate alle faccie del coibente. Poichè egli riconobbe, ciò che la comune degli elettricisti ha dimenticato, che il piatto offre per sè una carica elettrica opposta a quella dello scudo, e che pur tale carica è nel piatto prodotta per induzione dalla faccia inferiore del coibente medesimo, la quale per effetto della ca-

rica precedente del condensatore ha assunto lo stato elettrico opposto a quello della faccia a contatto dello scudo. Perciò, ogni qualvolta si fa arco fra le due armature, cospirano le opposte azioni induttrici delle due faccie del coibente a produrre in ognuna delle lamine metalliche, collegate conduttivamente dall'arco, una carica eteronima a quella della faccia da essa toccata, e ciò ancorchè l'arco stesso sia tenuto isolato (f).

Più ancora il Volta insegnò un modo col quale rinvigorire un elettroforo illanguidito, utilizzando le stesse scariche, date dallo scudo alzato, ch' ei condensava nell' armatura interna di una boccetta di Leida, per ridare poi un'equivalente ma eteronima carica alla faccia del coibente, col fare scorrere su questa l'armatura della boccetta medesima, mentre teneva colla mano il bottone dell'armatura interna.

E con ciò egli preludeva a quella speciale forma di elettromotori che, prima il nostro Belli (g), e molto di poi l'Holtz ed il Toepler, seppero costituire, in modo da averne effetti più cospicui di quelli dati dai comuni elettromotori a strofinio. Poichè il Volta, disponendo due elettrofori, l'uno

(f) Sostenendo l'elettroforo con un isolante, e collegando coi due rami di uno spinterometro il piatto e lo scudo, fra i quali siasi fatto arco con un eccitatore, isolato pure, si può riconoscere che la scarica dello scudo alzato è maggiore, per maggior tensione, che nol sia quando il piatto comunica col suolo, col quale siasi pur fatto comunicare lo scudo, prima di sollevarlo.

(g) L'illustre mio predecessore, il prof. Belli, con un suo particolare duplicatore, presentò un facil mezzo per dichiarare il modo di operare delle moderne macchine elettroforiche, delle quali egli stesso diede, sino dal 1831, un primo modello efficacissimo, che chiamò macchina elettrica ad attuazione.

dei quali soltanto abbia una pur debolissima carica, e facendo passare una serie di scariche dallo scudo alzato di esso sullo scudo adagiato dell'altro, mentre i piatti d' entrambi comunicano col suolo, otteneva di caricar quest'altro, così da poter poi, col maneggio del proprio scudo, dare altra serie di scariche, le quali, comunicate allo scudo del primo elettroforo, accrescono la precedente sua carica. E così, alternando la manovra, or coll'uno, or coll'altro elettroforo, li riduceva entrambi ad un massimo di carica. A tal punto ciascuno di essi, col proprio esercizio separato, può dare una lunga serie di scariche, atte a caricare delle bocce di Leida, od a produrre altri effetti elettrici, in un modo quasi indefinito; purchè s'abbia cura di rinvigorire, tratto tratto, la carica di ciascun elettroforo, giovandosi dell'artificio sovra esposto.

Ora un così fatto congegno ideato dal Volta, offre facilmente una dimostrazione analoga a quella che sopra (§ 3) dicemmo potersi ottenere colla macchina Nairne; poichè i due elettrofori del Volta ponno operare ancorchè i loro piatti stiano isolati, purchè questi sian fatti comunicare, per mezzo di opportuni reofori, coi due rami d'uno spintero-metro, le cui palline da principio distino fra loro di qualche millimetro, e di poi di un buon centimetro. In tal modo, senza attingere alcun fluido elettrico od etereo dalla gran fonte del suolo, ma solo col lavoro meccanico di distacco e di sollevamento dello scudo, si può veramente ottenere, come diceva il Volta, una *elettricità indeficiente:*

purchè abbiasi cura, innanzi sollevare lo scudo, di far ogni volta arco conduttivo fra esso ed il corrispondente piatto. E questo arco conduttivo può, alla sua volta, essere tenuto isolato, che l'effetto di esso e la intensità delle scariche successive non riescono minori.

Il principio francliniano.

6. Pertanto le idee del Volta intorno al modo di operare dell'elettroforo segnavano un notevole progresso nelle dottrine dipendenti dal principio della reciproca induzione. Ed in ciò, come egli stesso si esprime nel surripetuto opuscolo, ei credeva di farsi interprete rigoroso del principio francliniano, quello cioè dell' equipollenza fra le opposte elettricità che si provocano in un coibente armato. Questo principio era già stato largamente svolto ed appoggiato dalle ingegnose esperienze del Beccaria sulle cariche elettriche, che assumono per induzione le armature di un coibente elettrizzato, e su le variazioni di intensità e le inversioni offerte da codeste cariche [h]: se non che il mal certo concetto della elettricità vindice non aveva permesso al valente elettricista torinese di vedere le ragioni di tali fenomeni con quella semplicità che al Volta fu data, appunto in grazia

(*h*) La importanza e, quasi direi, la novità delle esperienze descritte dal Beccaria nel suo opuscolo: *Experimenta atque observationes quibus electricitas vindex* ecc.. edito a Torino nel 1769, venne richiamata in una nota da me letta all'Istituto Lombardo nel 1873.

di un concetto meno complesso intorno al modo del loro prodursi.

E parmi cosa degna d' esser notata che, l' anzidetto principio francliniano, venne illustrato e chiarito dal Volta con un particolare esempio, in cui paragona una lastra coibente elettrizzata con una lamina magnetizzata, per mostrare la correlazione di operosità che sussiste fra le due faccie della lastra stessa, sia poi essa in istato elettrico, oppure in istato magnetico. Eppure un tal principio non venne applicato con rigore, anche molto tempo dopo i lavori e le scoperte del Volta. Laddove, per l'ingegno suo chiaroveggente, codesto principio fu, a così dire, la bussola direttrice anche de' suoi successivi e più meravigliosi trovati, che formarono argomento principalissimo della sua gloria.

Primo concetto della elettromozione di contatto.

7. Ed in vero, ancor quando egli oppugnava le dottrine del Galvani intorno alla causa fisica delle contrazioni muscolari eccitate nella rana mercè l' arco conduttivo, si mostrò ispirato sempre, e quasi a dire governato dall' anzidetto principio, che gli faceva ritenere possibile un disturbo elettrico fra due corpi eterogenei, pur senza alcuna comunicazione col suolo. Le sue idee sulla diversa attrazione esercitata dalla materia de' corpi su l' elettrico, e su una certa analogia che abbiamo detto sopra aver egli intraveduta fra i fenomeni

chimici e gli elettrici (§ 4), lo traevano a supporre che due corpi diversi, tuttochè ben isolati, col solo toccarsi l'un l'altro, potesser produrre un reciproco disturbo nella ripartizione del fluido elettrico fra le loro materie, talchè, separandoli di poi, dovessero mostrarsi entrambi elettrizzati, ma in opposto senso ed in quantità equivalente, appunto come vuole il principio franckliniano. Fin qui il Volta avea perfettamente ragione, e qualunque sia la teoria che vogliasi seguire intorno alla natura propria de' fenomeni elettrici, il fenomeno anzidetto è ammissibile come un fatto.

Ma da questo fatto, che poi il Volta, come fra poco diremo, pose in evidenza sperimentale, alla dottrina dell' elettromozione, come egli se la immaginava, può correre una differenza notevole, in quanto può vedervisi di mezzo una larga lacuna. Così, ad esempio, nella dottrina elettrica molecolare, che oggimai converrebbe assumere, noi possiamo ben vedere che, ponendo a contatto due superficie fra loro eterogenee, sia per un azione analoga alla affinità, sia, come parmi più probabile, pel fatto della diversa loro caloricità, ossia della diversa velocità termica delle loro molecole ad egual temperatura, sorgerà, col contatto, una perturbazione reciproca fra le parti delle superficie stesse (forza elettromotrice), analoga a quella che producesi colla commistione di due onde sonore a diverso ritmo. E questa perturbazione si comunicherà più o meno prontamente (conduttività) all' insieme dei due sistemi mole-

colari, sinchè questi sarannosi atteggiati con quella particolare distribuzione delle loro forze intestine (tensione [i] elettrica opposta pei due sistemi), che compatisca la loro prossimità e che anzi cospiri nel senso di mantenerla (aderenza elettrica). Però allorquando, mercè una forza motrice esterna, si produrrà il distacco di questi due sistemi molecolari, mediante corpi che mal si prestino a trasmettere (isolanti) la loro precedente particolare tensione, questa si renderà manifesta con azioni induttrici esterne e con una reciproca azione attrattiva.

Ma, quando le medesime superficie saranno ridotte di nuovo a contatto, non si può così di leggieri ammettere che esse, tuttochè continuino a disturbarsi scambievolmente, valgano per ciò solo a produrre un esterno lavoro, cioè ad operare come forza motrice.

Condizioni fondamentali d'ogni elettromozione.

8. E qui mi è indispensabile avvertire, che in ogni particolare forma di elettromozione veggo sempre necessarie due condizioni: *a)* la eterogeneità o la disformità di struttura de'corpi, che costituiscono gli elementi elettromotori; *b)* una forza motrice esterna, impiegata a produrre un determinato lavoro tra le azioni elettriche.

(*i*) Qui, come altrove in questo discorso, io adopero la voce *tensione*, come già il Volta, nel senso medesimo che altri dice *densità elettrica*, per indicare la intensità dell'azione ripulsiva, che si spiega in un dato punto d'un corpo elettrizzato, in relazione all'addensamento elettrico ivi occorso.

Così accade nell' elettromozione meccanica. Se strofiniamo fra loro e per alcun tempo due superficie omogenee, ancorchè queste si tocchino sempre, avremo una produzione di calore, commisurata al lavoro compiuto dalla forza motrice che mantiene la confricazione, siccome dimostrò Rumford: ma non s'incontrerà resistenza alcuna al distacco delle due superficie così riscaldatesi. Se invece queste superficie saranno eterogenee, oppur anco se la loro struttura o la loro temperatura saran differenti, avremo collo stesso strofinìo un' azione elettrica, ed insieme un' azione termica, la somma delle quali corrisponderà a quella anzidetta, purchè la forza motrice operi in egual modo e misura nei due casi: ma in questo ultimo, cessato lo strofinio, tali superficie offrono una speciale aderenza fra di loro, cioè una sensibile resistenza al distacco.

Però l'opposto stato elettrico, insorto così fra le superficie eterogenee, non può rendersi manifesto, nè operativo, finchè esse stanno a contatto. Egli è solo grazie al lavoro richiesto a vincere la predetta aderenza elettrica ed a discostare l'una superficie dall' altra, che si rende sensibile il loro stato elettrico, sia col mezzo di un elettrometro, che valuti la tensione delle cariche elettriche così suscitate; sia col mezzo di una bilancia elettrica, che misuri lo sforzo di reciproco avvicinamento, che esse esercitano, poste ad una determinata piccola distanza. Ma, se vuolsi avere una nuova azione elettrica da tali superficie, converrà riporle a con-

tatto, strofinarle e staccarle ancora un gran numero di volte; o meglio, come s'usa nelle macchine a strofinìo, fare per modo che le due superficie eterogenee strofinantisi mutino continuamente i punti del loro reciproco contatto; facendo ruotare l'una superficie su l'altra, e vincendo pur di continuo l'aderenza elettrica insorgente man mano fra le parti a contatto. Perciò la intensità della corrente elettrica, che s' avrà fra gli elettrodi comunicanti con codeste superficie, sarà primamente dovuta alla varia natura delle superficie stesse, ma insieme commisurata al lavoro della forza motrice, impiegata a vincere la predetta resistenza elettrica di aderenza.

Similmente nelle macchine elettroforiche, o ad induzione (come quella sovradetta del Volta, il duplicatore del Belli, la macchina ad attuazione dello stesso, le macchine di Holtz, ecc.) la intensità della corrente prodotta è commisurata al lavoro compiuto dalla forza motrice adoperata a vincere la attrazione esercitantesi fra le superficie che, a poca distanza, dispiegano una reciproca induzione. In questo caso cioè, la prima delle sovradette condizioni, quella della disformità delle due superficie, starebbe nella differenza stessa dello stato elettrico inizialmente provocato in esse, ed avvalorato poi col successivo lavoro; ma la intensità della corrente avrà pur attinenza col lavoro motore prodotto in un determinato tempo.

Così ancora nell'elettromozione data dal calore, la corrente prodotta trova la sua prima condizione

nella eterogeneità dei due metalli fra loro collegati, e che servono alla trasmissione del calore da una banda all'altra della giuntura; ossia ancor quì, come nel caso dello strofinìo, la eterogeneità delle parti, costituenti il circuito, opera come forza elettromotrice, cioè vale a trasformare il calore in elettricità. Ma la efficacia della corrente elettrica prodotta ha relazione, non solo colla diversa natura delle parti costituenti il circuito, ma ancora colla diversa quantità di calore, o forza viva termica, che in un dato tempo vien dispiegandosi attraverso una data sezione del circuito stesso.

Per tanto in tutti questi casi la eterogeneità è condizione necessaria per la manifestazione dell'energia elettrica; mentre poi la intensità di essa ha attinenza colla grandezza della forza motrice adoperata, meccanica o termica che essa sia. Ond'è che, pur nel caso della elettricità, chiamata dianzi galvanica e poscia voltiana, il Volta avea ragione di riporre la condizione prima dell'elettromozione nel contatto eterogeneo; ma questo per sè solo, senza l'intervento di una forza motrice estranea, non può dare alcun effetto utile, come energia elettrica. Ora, nelle coppie voltiane, codesta forza motrice sarebbe data dal calore che accompagna le azioni chimiche compientisi nello interno delle coppie stesse, in quanto almeno queste azioni chimiche riescono ordinate [1], secondo ri-

(1) Intendiamo con ciò di escludere quelle azioni chimiche locali dipendenti da parziali eterogeneità dei solidi elettromotori o conduttori, le quali perciò non concordano colla generale orientazione elettro-chimica, che si costituisce nell'elettromotore voltiano a circuito chiuso, nel senso della corrente da esso manifestata nell'arco interpolare.

chiede la orientazione elettrica delle singole parti del circuito.

Laonde nella lunga controversia sostenuta dai partigiani della così detta teoria chimica della pila contro i partigiani della teoria voltiana del contatto, parmi che la verità fosse parzialmente veduta dagli uni e dagli altri, ciascuno esagerando l'importanza del proprio punto di vista.

Ma certo è che, se il Volta non avesse, con tanta tenacia e con vigoria di argomenti e di trovati, difese le proprie idee, la elettrologia non avrebbe fatto quel passo gigantesco, al quale ei la trasse. E d'altra parte, senza le pur ingegnose osservazioni del Davy, del Becquerel, del De-La-Rive, del Faraday e del Matteucci, la relazione dinamica fra le azioni chimiche e termiche, esterne ed interne, degli elettromotori voltiani non sarebbesi così facilmente costituita; nè le pile voltaiche avrebbero ricevute così svariate ed utili applicazioni; e, quel che più monta, non sarebbesi riconosciuta la convertibilità e la equivalenza delle varie forme di energie fisiche, la quale appunto oggi trova nell'elettromotore voltiano il più eloquente ed efficace strumento di dimostrazione.

Elettromozione organica.

9. Analogamente nella controversia fra il Volta ed il Galvani, la storia ha dimostrato che la ragione sta divisa fra i due.

Ben si appose il Volta, quando mise in chiaro

la singolare sensibilità degli arti denudati d' una rana per le azioni elettriche, talchè per essi si ponno rivelare le più piccole tensioni elettriche, meglio di qualsiasi squisito elettroscopio, e pur con ragione egli insistette su la notevole efficacia dell' arco bimetallico nel provocare le contrazioni muscolari della rana in confronto di quelle suscitate con un sol metallo od anche senza metallo di sorta. Con queste due osservazioni egli capovolse l' interpretazione de' fenomeni; per Galvani l'elettromozione stava tutta nella opposizione organica fra nervo e muscolo, e l' arco metallico era un semplice conduttore; pel Volta l' elettromozione sta invece nell' arco bimetallico, e l' arto della rana fa da elettroscopio.

Ed ancora fu un suo trovato ingegnoso e fecondo per la scienza, che un arco metallico omogeneo può operare come arco eterogeneo, tostochè le estremità di esso vengano imbrattate da liquidi diversi, oppur solo scaldate a diversa temperatura: imperocchè anche in questi due casi si ottiene una forza elettromotrice, attinente alla condizione generale della eterogeneità [(m)].

Ma d'altra parte il Galvani ed il Valli avevano pure assodata una grande scoperta, quando mostrarono che, senza alcun arco metallico e col solo contatto del muscolo col nervo, il muscolo stesso si contraeva. Qui la forza elettromotrice può dirsi veramente organica, in quanto risiede in quelle

(*m*) Veggasi in quest' argomento anche la 5ª lettera del Volta al Vassalli, che qui appresso si pubblica per la prima volta, sotto il titolo di *Documento B*.

intime condizioni termo-chimiche di nutrizione e di innervazione, le quali pur sempre sussistono nella normale funzionalità organica di codesti tessuti [n]. Ed in vero allora i galvanisti preludevano alle più precise dimostrazioni delle correnti muscolari e delle correnti nervose, date molto tempo di poi dal Nobili, dal Marianini, dal Matteucci, e segnatamente dal Dubois-Reymond.

E qui non dobbiamo dimenticare che il Volta stesso, in su le prime, considerando le sperienze del Galvani, se ne disse caldo ammiratore [o] appunto

(*n*) È tuttavia mirabile la minuta e stringente analisi sperimentale dal Volta esposta nella 4ª lettera al Vassalli, che qui pure primamente vien pubblicata *(Documento A)*, e nella quale s'adopera per confutare le conclusioni delle sperienze di Valli e di Aldini, quale cioè delle convulsioni prodotte nella rana senz'arco metallico. Egli intende a provare che, pur in questi casi, il suo principio dell'elettromozione per eterogeneità di contatto rimane salvo, e che si richiedono almeno tre corpi diversi a costituire un circuito elettromotore: poichè le convulsioni non sempre, anzi ben di rado accadono anche nelle rane meglio preparate e più eccitabili, ove non s'interponga un terzo conduttore umido (sangue, saliva, soluzione salina od alcalina, albume indurito, latte coagulato, ecc.) fra muscolo e tendine, o fra muscolo e nervo. Tutto ciò è pur vero: ma ciò non invalida, anzi conferma il principio della elettromozione fisiologica o galvanica, quello cioè che codeste stesse condizioni di eterogeneità, sussistendo pure fra i vari conduttori umidi che costituiscono i diversi tessuti d'un essere organizzato, tenderanno a suscitare anche in questa degli sbilanci elettrici, atti a dare segni esterni coll'interposizione di un arco galvanometrico, qual'è il filo metallico d'uno squisito galvanometro a filo molto lungo e sottile. Bensì è da notare che questo filo conduttore interviene allora a dare una forma (di corrente elettrica), diversa dalla naturale e fisiologica, alla interna energia termo-chimica, dovuta alle funzioni respiratorio-nutritive, la quale, senza l'intromissione di tal arco, sarebbesi manifestata in forma di calore proprio dell'organismo medesimo.

(*o*) Nella orazione recitata dal Volta il 5 maggio 1792 nell'Aula di questa Università pavese, egli qualifica la scoperta del Galvani come « una di quelle grandi e luminose scoperte, che meritano di far epoca negli annali delle scienze fisiche e mediche, non tanto per ciò che ha in sè stessa di nuovo, quanto perchè apre un largo campo di ricerche non meno interessanti che curiose, e di utilissime approvazioni. » In seguito rileva che, sino allora, i fisiologi ebbero idee molto vaghe ed inderminate su una pretesa analogia fra i supposti spiriti animali o fra il fluido nerveo ed il fluido elettrico: laddove il Galvani, con dirette sperienze, manifestava negli animali quella elettricità, che era dianzi

perchè egli previde allora la grande importanza che avrebbe esercitata sulle dottrine fisiologiche la dimostrazione di una cagione puramente fisica di quei misteriosi fenomeni della innervazione, che tanto contribuirono a tenere in vigore le dottrine vitalistiche, sebben fossero ispirate da un concetto antiscientifico. Ma fu anco ventura, così per la scienza fisica, come per la fisiologica, che il Volta abbia presto lasciato quel punto di veduta, per mettere in evidenza il fatto dell'elettromozione per contatto eterogeneo.

Però la più grande soddisfazione avrà egli provata quando gli riuscì, con diretta esperienza, di porre in chiaro la opposta tensione elettrica, provocata dal semplice combaciamento, in due dischi metallici di diversa natura.

Il condensatore.

10. Ma questa mirabile scoperta non avrebbe potuto compiersi, se l'ingegno suo, veramente educato al rigore delle scientifiche investigazioni, non si fosse prima apprestato un mezzo squisitissimo per isvelare l'esistenza di cariche elettriche oltremodo deboli, ed insieme uno stromento capace di farne esatta misura; in una parola, se egli non avesse gittati dapprima i fondamenti della elet-

appena sospettata. Però egli aggiungeva opportunamente, ora che questa elettricità è posta fuori di dubbio « mi sono rivolto a ricercarne la quantità, la qualità ed il modo. » E, così appunto procedendo, egli pervenne a sceverare la elettromozione metallica dalla elettromozione organica, più tardi dimostrata.

trometria, ciò che costituisce uno de' titoli più importanti della sua gloria scientifica.

Già nel 1782, proponendosi di determinare se veramente l'atmosfera, anche a cielo sereno e calmo, fosse in istato elettrico, pur quando non avevasene indizio alcuno coi migliori elettroscopi di quel tempo, egli pensò di giovarsi, in una special maniera, del suo elettroforo. Ne prese uno, sul cui piatto metallico era steso un sottilissimo strato di resina (di un quarto di linea), ben liscia e punto punto elettrizzata, e sovrapostovi cautamente lo scudo (men largo del piatto), lo fece comunicare, per mezzo d'un filo metallico, coll'asta acuminata conduttrice dell' elettricità atmosferica, mentre il il piatto comunicava col suolo: trascorsi poi pochi minuti primi, tolse la comunicazione col conduttore atmosferico, e, sollevando lo scudo, ebbe da questo notevoli segni elettrici, benchè, il conduttore stesso, da per sè solo, non desse il minimo segno di elettricità. Questo sottilissimo elettroforo scarico, o meglio questo sottile coibente armato, venne nominato da lui *micro-elettroscopio*, ed anche *condensatore* dell'elettricità. E fu questo uno dei più utili trovati del nostro fisico; poichè valse a tant'altre indagini di elettrologia (*p*).

(*p*) Il più elequente mezzo adoperato dal Volta per dichiarare il modo di operare del condensatore, consiste in un apparatino, che si conserva in questo gabinetto fisico, e che assai meglio risponde del così detto condensatore di Epine, per dimostrare i fatti della doppia induzione elettrica, ossia della elettrica condensazione. Un sottile disco di vetro, le cui facce dirette verticalmente sono ben coperte di ceralacca. è sostenuto da due colonnine isolati; due elettrometri a boccetta ed a pagliette mezzane, possono scorrere a dolcissimo sfregamento sulla lunga base dell'apparecchio e parallelamente a due scale,

Nella medesima sua memoria del 1782 egli insegnò a formare anche i condensatori con corpi semi coibenti (marmo secco e ben liscio, legno secco) or nudi, or coperti da sottile vernice, ai quali s'applica direttamente lo scudo, e che giovano pei casi in cui le cariche elettriche riescono sì energiche, che penetrando nella resina, trasformerebbero il condensatore in elettroforo. Ed un più squisito condensatore costituiva con altro disco metallico, ben piano e coperto da sottile strato di vernice coibente (di ambra o di lacca), e largo poco più dello scudo, utile solo pei casi in cui le cariche da esplorare sieno estremamente deboli. Insegnò il modo anche per togliere l'elettricità, che per soverchia tensione penetra nella sostanza resinosa, collo scaldarne il piatto sì da fonderla, oppure col ripassarla più volte al di sopra di viva

divise in linee, e la cui numerazione procede in seno opposto, partendo dal piano mediano del disco coibente; dal cappelletto metallico di ciascuna boccia sorge un'asticina metallica, che regge un dischetto d'ottone, d'un diametro molto minore di quello del disco coibente, e così disposto colle sue faccie verticali che queste col muovere della boccetta. camminino, parallele al disco vitreo, e possa l'una di esse venir ridotta a contatto della corrispondente faccia del coibente. Ridotte le boccette a tale che i lor dischi metallici tocchino la lamina coibente, si posa sul cappello di una di esse il bottone d'una boccettina di Leida (ridotta dianzi così debolmente carica da produrre una divergenza appena sensibile delle pagliette, quando tocchi l'elettrometro stesso posto molto lontano dal disco coibente), nel mentre si pone un dito sul cappello dell'altro elettrometro, per farlo comunicare col suolo. Allora, interrompendo questa comunicazione, e ritirata la boccettina, le pagliette del primo elettrometro divergeranno appena appena, quelle dell'altro punto. Discostando poi mano mano l'uno o l'altra boccetta elettrometrica, sorgeranno repulsioni, grado grado crescienti, nelle pagliette d'amendue, che scemano di nuovo col riaccostare gli elettrometri, i cui dischetti esercitano così una reciproca induzione con cariche di natura opposta. La tensione di queste, nelle faccie posteriori dei dischetti, è data in ogni caso dalla divergenza delle corrispondenti pagliette, mentre le due scale segnano la distanza dei dischetti medesimi.

fiamma, oppure collo sciacquarla con acqua e farla asciugare poi.

Prime basi dell'elettrometria.

11. Pochi anni appresso (1788) studiò egli con molto avvedimento e con rara fortuna l'argomento della elettrometria. L'elettroscopio allora in uso, quello del Cavallo, non meritava titolo di elettrometro, perciocchè le deviazioni de' suoi pendolini non avevano relazione diretta colla grandezza delle cariche elettriche comunicate al bottone dell'elettroscopio, siccome poi il Volta stesso dimostrò con dirette esperienze. Pensò egli di sostituire alle palline di midollo di sambuco, sorrette da fili metallici, due sottili pagliette, lunghe circa due pollici e sospese al cappello per mezzo di mobilissimi anellini, e surrogò alla campanina cilindrica o conica una boccetta a sezione quadrata (di 20 a 26 linee di lato) applicando ad una delle sue faccie piane un archetto, formato con listarella di carta, concentrico cogli anellini e diviso in parti di lunghezza determinata (una mezza linea). In tal modo la sensibilità era cresciuta, in relazione alla maggiore estensione delle due superficie affacciate, alla piccola loro distanza iniziale ed al minor peso degli indici; inoltre la lettura delle deviazioni, fatta sull'arco piano anzidetto, riesciva più sicura, anche quando questa deviazione giungeva oltre i 20°.

Ora, ciò che più importava era di accertarsi se

codeste deviazioni, almeno entro certi limiti, fossero proporzionali alle cariche elettriche. E questo delicato problema egli seppe risolvere con varii modi ingegnosi ed abbastanza sicuri. Il più concludente è quello basato su l'uso delle successive scariche di un elettroforo, ridotto già per lungo operare nello stato suo che può dirsi normale, quando cioè le cariche prodotte da esso per induzione nello scudo si mostrano, ad ogni alzata di questo, fra loro eguali, talchè producono sempre una stessa deviazione su gl'indici d'un dato elettrometro. Presa allora una piccola boccetta di Leida, perfettamente scarica, comunicava al bottone di essa un dato numero di scariche dello scudo, e toccando poi con questo bottone, quello dell'elettrometro notava la deviazione delle pagliette; indi comunicava alla boccetta stessa un numero doppio, triplo, ecc. di scariche, ed otteneva appunto nell'elettrometro una deviazione doppia, tripla, ecc. della precedente.

Un altro mezzo di verifica della fatta graduazione lo trasse dall'impiego dei conduttori cilindrici sottili, da lui precedentemente studiati per dimostrarne la notevole capacità elettrica. Data una carica ad uno di tali cilindri, e verificata la corrispondente deviazione elettrometrica, suddivideva quella carica in due o tre parti fra loro eguali, facendo comunicare quel primo cilindro con uno o due altri di eguale capacità, ed allora ciascuno di questi, recato all'elettrometro, produceva una deviazione corrispondente alla metà

o ad un terzo della antecedente. Si valse pure della ripartizione di una data carica fra due o tre boccettine di Leida di capacità fra loro eguale, e ne ebbe analogo risultamento.

Proponendosi poi di collegare la misura delle cariche debolissime con quella delle tensioni mano mano più forti, a seguito del detto elettrometro a paglie sottili, egli ne preparò un altro a paglie più grosse e pesanti, per modo che un grado di deviazione di quest'ultimo corrispondesse a cinque gradi del primo. Di più si preparò due elettrometri a quadrante di Henly, il cui pendolino era così commisurato in lunghezza ed in peso che la deviazione di un grado nel primo rispondesse a 2° dell'elettrometro a paglie pesanti, e quindi a 10° di quello più sensibile; nell'altro a quadrante men sensibile 1° di questo rispondeva a 10° di quello a paglie pesanti e quindi a 50° del più sensibile. E si noti che questi elettrometri a quadrante, secondo le sue determinazioni, avevano il vantaggio di dare deviazioni proporzionali alle cariche fra 15° e 35°, e con piccole differenze anche fra 10° e 40°: il che egli andò verificando c gli artificii testè indicati dei conduttori e delle boccette di eguale capacità. Pertanto, col sussidio di questi quattro stromenti, egli aveva modo di valutare la grandezza relativa di cariche assai differenti fra loro (nel rapporto di 1 a due mila circa) (q).

(q) I diversi elettrometri a boccetta ed a quadrante, preparati dal Volta e custoditi in questo Gabinetto, sono ancora si bene conservati, che potei ri-

Adattando poi al cappello dell'elettrometro a paglie sottili il condensatore anzidetto, formato da due dischi metallici di 2 pollici di diametro, separati da sottile strato di vernice coibente, la sensibilità dell'elettrometro stesso veniva di gran tratto aumentata, nel rapporto all'incirca di 1 a 120.

Prova e misura della elettromozione voltiana.

12. E fu in tal modo che egli pervenne alla diretta e fondamentale dimostrazione che abbiamo più sopra accennato (§ 9), quella cioè della elettromozione per contatto di due metalli eterogenei.

Ma, ancor qui gli si offrirono difficoltà non piccole, che egli, con quell'acume sperimentale che gli era proprio, potè superare. Avvegnachè bisogna badare non solo alla natura dei metalli che si affacciano, ma ancora a quella dei dischi ond'è costituito il condensatore, i quali, alla lor volta, spiegano un'azione elettromotrice sui dischi esplorati, che si portano a contatto dello scudo o del piatto elettrometrico; e bisogna curare che le due superficie di contatto siano ben pulite e piane, e che nello staccare l'una dall'altra, quella si levi parallela a questa (r).

scontrare non solo i rapporti sovradetti nelle loro indicazioni, ma ancora la relazione di queste colle indicazioni di un buon elettrometro bifilare a riflessione. Il che dimostra quanta cura e diligenza ponesse il Volta nella confezione de'suoi elettrometri (massime quelli a pagliette), e qua to valore avessero le misure elettrometriche da lui immaginate.

(r) Per aver segni più distinti di tensione col distacco dei due dischi, il

In oggi codesta fondamentale esperienza può ripetersi con forma assai più spedita e concludente, usando lo squisito elettroscopio a pile secche del Bohnemberger, per mezzo del quale si riconosce di subito, senza far uso del condensatore, essere elettrizzati amendue i dischi, dianzi combaciati colle loro superficie, ed essere opposto il loro stato elettrico.

Ma l'apparecchio del Volta, benchè fosse più complesso e meno sensibile, aveva però su quest'altro il grande pregio del porgere una misura molto approssimata della tensione elettrica suscitata nei singoli casi. Il che fu di grande giova-

Volta giustamente raccomandava che questi offrissero una superficie di contatto assai estesa, levigata a dovere, e ben tersa, poichè egli pensava che ciò contribuisse a rendere operativi gli stessi dischi elettromotori a forma di un condensatore, quando l'uno di essi, innanzi il distacco, venga fatto comunicare col suolo, toccandolo con un dito: e diceva che, in questo modo, ottiensi nell'altro disco una divergenza elettrometrica doppia, all'incirca, di quella che si ha quando producesi il contatto ed il distacco, fra i dischi stessi, mantenuti entrambi isolati. Però, considerando egli i due metalli affacciati siccome *elettromotori* e insieme *conduttori*, cosicchè per la prima qualità sorge tra essi lo squilibrio, per l'altra sorge o tende a sorgere l'equilibrio, accade che s'incontri un massimo ed un minimo di tensione nella elettricità che, per l'elettromozione, si diradò nell'uno e s'addensò nell'altro. Supponendo poi che i due metalli differiscano, di poco in conduttività, egli è tratto ad ammettere una specie di *coibenza accidentale*, maggiore assai della loro *coibenza originaria*, e prodotta dalla stessa elettromozione, tanto che solo per siffatta coibenza accidentale i due metalli, in tal condizione potrebbero serbare una opposta tensione elettrica nelle parti affacciate (lettera 3ª di Volta al prof. Gren, del 1797). Tuttavia si scorge che, in codesto concetto della elettromozione per contatto eterogeneo, rimaneva ancor molto di buio. La congettura da me sovraesposta (§ 7) tende appunto a rilevare una condizione fisica, per la quale possa mantenersi una opposizione di tensione fre le due superficie eterogenee che si toccano; e questa congettura, d'altronde, si accorda colle prime idee del Volta citate nella nota (*c*). Però non stimai necessario di ricordare le sperienze più recenti del Thomson e d'altri stranieri, che fecero molta impressione fuori d'Italia, poichè penso che esse ben poco aggiungono alle svariate ed ingegnose sperienze del Volta, del Marianini e del Belli (quest'ultime poco note anche tra noi) su l'elettromozione di contatto.

mento, non solo per la teoria del fenomeno, ma più ancora per un'altra importante applicazione.

Perciocchè egli, ponendo successivamente a contatto metalli di natura diversa, presi però nel resto in eguali condizioni, e determinando la deviazione elettrometrica data da ciascuna coppia di essi, potè stabilire tale una serie, per cui ciascuno acquista uno stato elettrico opposto, secondo che tocca uno de' metalli che lo precedono, oppure altro che lo sussegue nella serie stessa. Ed allora la elettromozione diventa tanto più efficace quanto più lontani fra loro si trovano nella serie stessa i due metalli che si pongono a contatto (*s*). Così, ad esempio, scorgendo che il rame acquista la tensione negativa collo zinco, mentre coll'argento diventa positivo, si argomenta che l'argento collo zinco darà una coppia di maggior forza elettromotrice dell'altre due or indicate. È però un fatto notevole che i metalli di più difficile ossidazione, come il platino, l'argento e l'oro figurano ad un capo della serie, mentre lo stagno, il ferro, il piombo e le zinco, che sono i più ossidabili, stanno all'altro capo della serie stessa (*t*).

(*s*) Ecco un estratto della detta serie: Zinco, Piombo, Stagno, Ferro, Ottone, Rame, Pirite di piombo, Platino, Pirite di ferro, Oro, Argento, Pirite di rame, Piombaggine, Carbone di legno. Ora questa serie differisce poco da quella più estesa data dal Marianini, e dall'altra risultante dalle sperienze di Kohlrausch e di Hankel. Il che dimostra, ad un tempo, la cura posta dal Volta nelle sue determinazioni, e la bontà del metodo elettrometrico da lui messo in opera.

(*t*) Sotto questo aspetto merita richiamo quel luogo del Volta, che riprodussi sopra nella nota (*d*), e dal quale appare che allora, nel 1769, le idee fondamentali del Volta su l'elettromozione per strofinio non repugnavano, anzi propendevano a far credere possibile anche un'elettromozione per atto chimico fra corpi eterogenei. Dobbiamo però convenire che nei primi anni del secolo corrente, appunto allorchè il Volta svolgeva il suo concetto su l'elettromozione di con-

Circuito voltiano.

13. Ma, affinchè poi una forza elettromotrice, provocata dal conflitto di due metalli eterogenei, possa essere utilizzata, producendo qualche effetto fisiologico (contrazione della rana), o qualche azione chimica o fisica, convien costituire un *circuito,* il quale, come avvertì il Volta, richiede non meno di tre corpi diversi, uno de' quali almanco sia un conduttore imperfetto. Così, se a chiudere il circuito fra i due metalli anzidetti si usa un terzo metallo, poco diverso da uno di essi in elettromozione ed in conduttività, non si raggiunge l'intento. Poichè questo, alla sua volta, spiegherà su l'uno dei primi un'azione elettromotrice di verso opposto a quella che vi esercitava l'altro; epperò tali due elettromozioni, elidendosi in gran parte fra loro, non produrranno all'esterno un sensibile effetto; come non ne potrebbe produrre alcuno un circuito, formato con due soli archi metallici, toccantisi ad entrambi il loro estremi, benchè eterogenei, poichè da ciascuna banda s'avrebbero due elettromozioni, eguali ma di opposto verso. E ciò analogamente a quanto accade in un circuito magnetico, costituito a forma di anello, dove le azioni induttrici interne, pur sempre compiendosi, e pur sempre elidendosi mutuamente, non danno alcuna azione magnetica esterna.

tatto, non eransi peranco posti in chiaro i rapporti fra le azioni interne e le esterne d'una pila, sebbene le si sarebbero potute presagire, come estensione del principio francliniano, tanto saviamente interpretato dal Volta (vedi sopra n. 6 e 7).

Ora il Volta, dietro le stesse contingenze in cui fu tratto dalle opposizioni de' galvanisti, venne a riconoscere la necessità di compiere il circuito fra i due elettromotori con altro corpo, le cui conduttività ed elettromotricità siano di gran tratto minori, come accade pei liquidi rispetto ai metalli. In tal caso, con due metalli elettromotori ed un liquido conduttore, s'avrà un circuito efficace, ossia una circolazione elettrica dal metallo elettro-positivo all'elettro-negativo, il quale, mentre fa da arco conduttivo verso il liquido, risente insieme un'azione calorifica o chimica, in quanto che va combinandosi con taluno degli elementi del liquido stesso. Pensò quindi il Volta di denominare conduttori od elettromotori di *seconda classe* i liquidi adoperati così nel circuito, riserbando ai metalli e conduttori solidi il nome di elettromotori di *prima classe*.

Con questa distinzione, a vero dire, la difficoltà non vien risolta, ma soltanto rimossa, almeno dal lato teorico. Perocchè questo conduttore umido, o fa ancor esso da elettromotore, e si ricade in nel caso precedente del circuito formato con tre solidi, due dei quali differiscano di poco in facoltà elettromotrice rispetto al terzo: oppure fa da semplice conduttore, ed in tal caso non si comprende come esso poi abbia tanta virtù da dare forma ed efficacia alla elettromozione dei metalli, di per sè inoperosa. Su questo punto sorsero le opposizioni, non al tutto infondate, del Parrot e del Dal-Negro, alle quali il Volta, se non rispose direttamente con

sode ragioni, potè rispondere con fatti novelli ed inaspettati, come la decomposizione dell'acqua ottenuta dal Nicholson per mezzo d'una combinazione voltiana, e le ossidazioni dei metalli difficilmente ossidabili, come il rame e l'argento, ottenute dallo stesso Volta. La forza elettromotrice del suo piliere, convenientemente ordinata, avea prodotti effetti di alto valore, cioè aveva operato quale un poderoso agente chimico.

Elettromotore composto.

14. Ma questi effetti non sarebbersi raggiunti senza un altro importante trovato, che ben può dirsi un'altra scoperta dello stesso Volta, quella cioè che un circuito elettromotore poteva acquistare un'efficacia d'assai maggiore, col consociare le azioni di più *coppie elettromotrici,* ordinate in serie, così che man mano si succedessero fra loro questi tre elementi: un metallo elettro-positivo, un metallo elettro-negativo, un conduttore umido, e di nuovo i due metalli collo stesso ordine ed il conduttore umido; e così via.

E qui ancora egli potè dare di questo splendido trovato una concludente dimostrazione, giovandosi del suo squisito elettrometro-condensatore; poichè, ai due estremi della serie anzidetta, la opposta tensione elettrometrica andava appunto crescendo, in ragione diretta del numero delle coppie complete, comprese fra que' due estremi della serie stessa.

Anzi questo fatto gli parve consono alla sua idea che il liquido, man mano interposto fra l'una e l'altra coppia, facesse opera di semplice conduttore, anzichè di elettromotore.

Ecco adunque che la scoperta della pila voltiana comprende, a così dire, due momenti, ossia due fatti fondamentali: la diversa forza elettromotrice dei metalli eterogenei, costituenti una coppia in un col liquido che li tocca, e la consociazione di più forze elettromotrici in un medesimo circuito composto, di un qualsiasi numero di coppie.

Ma ancora dobbiamo avvertire che i brillanti risultati chimici e termici ottenuti mercè gli elettromotori composti dipesero anche da ciò, che le combinazioni voltiane sulle quali fissò specialmente i suoi studii furono quelle, fortunatamente, di maggior efficacia. Se egli invece si fosse tenuto ad altre combinazioni, da lui pure tentate ma per così dire di passaggio, come sarebbero quelle costituite da un sol metallo e da due liquidi differenti, oppure costituite da soli corpi solidi (ad esempio le pile a secco studiate dallo Zamboni), non avrebbe data molta importanza al suo secondo trovato: perocchè in queste, sebbene la tensione agli estremi vada crescendo col numero delle coppie, gli effetti chimici, termici, e magnetici, che possono ottenersi la loro mercè riescono estremamente piccoli. Una pila a secco, pur di un numero grandissimo di coppie, dà bensì deviazioni notevoli ad un elettrometro di tensione, ma non produce alcuna sensibile corrente ad uno de' più squisiti galvano-

metri (*u*). Pertanto la energia elettrica di queste pile, apprezzata appunto mercè la quantità d'azione termica o chimica prodotta dalla corrente, riesce, per così dire, trascurabile. All'opposto anche una sola coppia elettromotrice, costituita da due metalli e da uno o da due liquidi uno dei quali sia chimicamente attivo (come con una coppia Grove o Bunsen), può produrre effetti calorifici, magnetici o chimici assai notevoli nei corpi introdotti nel circuito voltiano dei primi. Allora adunque appare più probabile che la efficacia di un elettromotore voltiano abbia attinenza, vuoi coll'azione termica, vuoi coll'azione chimica che i liquidi interposti fra due solidi possono esercitare in conflitto con essi.

(*u*) Una pila Zamboni di 1600 coppie, atta a produrre una divergenza di circa 3° nell'elettrometro a pagliette sottili di Volta, e di 73° nell'elettrometro bifilare, mi diede appena 1,°5 ad un galvanometro di Ruhmkorff, a 24 mila giri di filo sottile, valevole a misurare le più deboli correnti proprie dei nervi. Lo stesso Zamboni aveva notato che la resistenza interna in queste pile è tale da richiedere un tempo notevole per manifestare intera la variazione che occorre nella tensione ad un suo polo, secondo che l'altro sta pure isolato, ovvero comunica col suolo; nella predetta mia pila si richiedevano circa 15' per passare dalla tensione di 73° (col polo —° comunicante col suolo) a quello di 62°,5 (col polo —° isolato). Zamboni avvertì pure che la tensione in queste pile aumenta notevolmente col crescere della temperatura, il che favorisce non solo la conduttività, ma anche l'azione di eterogeneità del poco umidore che deve trovarsi nella carta, la quale, com'è noto, costituisce il conduttore umido, interposto fra la stagnola ed il perossido di manganese, nelle pile Zamboni, impropriamente dette a secco, poichè egli stesso, in più luoghi della sua opera (*L'Elettromotore perpetuo* di G. Zamboni, Verona 1820, tom. II, pag. 28, 35, 48, 97, ecc.), afferma esplicitamente: che l'umido naturale della carta è condizione necessaria per l'attività della sua pila: mentre, se la carta fosse perfettamente secca, non è più possibile nessun aumento di tensione col numero delle coppie. Avverte però che, se l'umidità della carta è molta, le pile riescono attive in su le prime, ed offrono poca resistenza alla circolazione elettrica nel loro interno, ma poi vanno svigorendosi, assai più rapidamente delle altre, nelle quali la carta fosse dapprima meno umida. Ora queste osservazioni mirano tutte ad appoggiare il dubbio che, anco nelle pile dette a secco, intervenga la affinità.

Opportunamente poi il Volta diede maggiore importanza a quella forma di elettromotore composto, che egli dapprima chiamò a *corona di tazze,* a differenza dell'altra più propriamente chiamata *a piliere,* dove i dischi bimetallici stanno ammucchiati gli uni sugli altri, colla interposizione di un panno bagnato con una soluzione salina od acida; poichè in tal caso, pel peso stesso dei dischi ammonticchiati, il liquido viene in parte spremuto fuori dal panno, e riesce assai più incomoda la preparazione e la smontatura dell'apparecchio.

Giusto indirizzo delle indagini.

15. Lo speciale acume scientifico del Volta si rivela più ancora che nelle astratte dottrine, nel giusto indirizzo delle sue indagini sperimentali, per cui in ogni argomento egli si preoccupava di trovar mezzi di comparazione e di misura dei fenomeni osservati. Dissi già che, nei primordii dei suoi studii galvanici, egli giunse a determinare le cariche estremamente piccole d'una boccetta di Leida, bastevoli ad eccitare elettroscopicamente i muscoli della rana, in simil modo che s'otteneva coll'arco metallico eccitatore del Galvani. Ora, dopo aver inventato il suo piliere, egli si propose di paragonare le cariche elettriche date da questo con quelle date dai comuni elettromotori a strofinio.

E fu di molta importanza per il progresso della elettrologia questa sua osservazione: doversi distinguere la *tensione* elettrica dalla *carica o quan-*

tità elettrica. L'elettricità provocata dallo strofinio si manifesta a forte tensione, talchè può dare scariche elettriche a notevole distanza fra due corpi che reciprocamente si influenzano; ma la quantità della elettricità, o meglio la intensità d'azione della scarica stessa può essere relativamente assai piccola. Laddove, ancor quando si facciano cospirare parecchie decine di coppie voltiane, ordinate in una sola serie, sarà tuttavia ben piccola la tensione agli estremi della serie stessa, talchè a renderla evidente occorre un elettroscopio dei più sensibili: per converso la quantità elettrica, ossia la energia dinamica della scarica data nell'arco conduttore che unisce i poli dell'elettromotore, sarà tanto grande da pareggiare quella che sarebbe data da una batteria di Leida a superficie grandissima, caricata però a debole tensione. Oltre di che, nell'arco del suo elettromotore, può dirsi che codeste scariche vadano succedendosi le une alle altre in sì breve tempo, da simulare una *corrente continua,* capace per ciò di produrre effetti di grandissima intensità.

Questa deduzione egli l'aveva già tratta dal fatto, che una pila di non molte coppie vale a commuovere, e fortemente, non solo un animale piccolo e sensibile molto come la rana, ma ancora la muscolatura delle dita e delle braccia di una persona: mentre, ad ottenere queste commozioni colla elettricità data dallo strofinio, vuolsi prima accumulare in un capace condensatore una carica notevole.

Ma di questa deduzione egli volle dare una prova ed insieme una misura diretta. Egli trovò che una pila di 250 coppie rame e zinco con acqua acidulata, la quale all'elettrometro a pagliette sottili produceva una divergenza di appena 2°, 5, poteva tuttavia caricare alla tensione istessa una batteria di ben dieci piedi quadrati di armatura, in un tempo sì breve, da poterlo dire un istante, non eccedendo esse un cinquantesimo di minuto secondo; e la scarica di questa batteria produceva in un animale la medesima commozione che era data direttamente dall'elottromotore. Però, se la pila veniva caricata con acqua pura, invece che con acqua acidula, attesa la maggiore resistenza interna spiegata dal liquido poco conduttivo, richiedevasi un tempo d'assai maggiore del sovradetto per caricare la stessa batteria alla medesima tensione di 2°, 5: talchè allora la scarica della batteria così preparata produceva commozioni più sentite di quelle date direttamente dalla pila, appunto perchè da questa, in un dato tempo, si trasmetteva una quantità minore di elettricità.

Queste osservazioni del Volta, mentre ponevano fuor d'ogni dubbio la *identità* dell'elettricità galvanica o voltiana colla comune elettricità, avevano il pregio di additare la energia grandissima che dalle pile potevasi ritrarre, e quindi la opportunità di usare le correnti voltiane per produrre rilevanti effetti termici e chimici, pei quali appunto richiedesi una forza motrice di grande intensità, producentesi in un tempo brevissimo.

Perciò non istaremo qui a dire in particolare delle molteplici e mirabili applicazioni, che mano mano vennero fatte di questa nuova fonte di energia fisica; poichè di certo ancora oggi non è chiuso il ciclo di codeste applicazioni, che già, ad essere numerate una ad una, richiederebbero un tempo non consentito a questo mio discorso. Dirò solo che l'elettromotore voltiano, colle svariate forme, che di poi ha ricevuto, vale a produrre tutte le sorta di effetti meccanici e termici, dai più poderosi e micidiali, come la esplosione delle mine e delle torpedini, ai più delicati ed utili, come la istantanea riproduzione a grandi distanze di avvisi e di disegni qualsiasi.

L'Elettricità atmosferica.

16. Moltissimi ancora sarebbero gli argomenti che qui dovrei ricordare, perchè sagacemente svolti dal fisico comense nelle sue indagini sperimentali su vari rami della fisica. Mi limiterò a ricordarvene alcuni pochi dei più importanti, sia dal lato delle applicazioni, sia dal lato della teoria, voglio dire i suoi studi sull'elettricità atmosferica, quelli sull'analisi dei gas, e quelli sulla dilatazione termica dell'aria e del vapore acqueo.

Come accennai sopra (§ 10), l'elettroforo, trasformato dal Volta in isquisito condensatore, gli valse a dimostrare che l'atmosfera terrestre, ancor quando è tranquilla e serena, esercita sempre un'influenza elettrica, la cui intensità è però continuamente

va riabile, e colle ore del giorno, e collo stato igrometrico dell'aria. Mentre l'elettrometro a pagliette gli serviva a misurare questa varia induzione elettrica, una fiammella applicata all'estremo superiore dall'asta conduttrice gli agevolava il trascorrimento elettrico dall' alto dell' atmosfera verso il suolo.

Certo è che oggi possediamo alcuni mezzi più semplici di esplorazione e di misura, come il conduttore mobile, applicato dal Palmieri all'elettrometro bifilare, e come lo zampillo d'un filetto liquido, congiunto all' elettrometro di Thomson. Ma il Volta suppliva alla imperfezione dei mezzi adoperati con sì accorta diligenza, da porre tuttavia in chiaro quei fatti, che oggi ancora stanno allo studio de' fisici. Così egli dimostrò che il suo elettrometro atmosferico portatile (v) poteva servire da igrometro ensibilissimo; tanto chiara a lui apparve la relazione fra la tensione elettrica dell'aria e la umidità relativa di questa.

Anzi, com'è noto, egli pensò che lo stato elettrico dell'atmosfera ed il rispettivo periodo giornaliero direttamente dipendessero dall'elettricità, prodotta nella svaporazione delle acque o del suolo

(v) Era pur ingegnoso il modo col quale egli erasi costituito un apparato elettrometrico portatile, di piccola mole e di facile uso. L' elettrometrino a pagliette sottili portava un cappello, ampio quanto la base, talchè, applicando sulla mano una specie di guanto di taffetà gommato, e posando il palmo della mano così involto sul detto cappello, si costituiva un condensatore, non meno sensibile degli altri da lui ideati ed accennati sopra (§ 10). Nell'interno del suo lungo bastone da viaggio rinchiudeva una serie di asticine, colle quali costituiva il conduttore mettalico, che collegava un candelino acceso col cappello dell'elettrometro. Così fatto è il suo apparecchio per l'elettricità atmosferica, che si conserva in questo Gabinetto fisico.

umido. Ora, sebbene questa tesi abbia poi trovato qualche opposizione, rimane tuttavia accertata l'anzidetta intima relazione fra l'umidità e l'elettricità atmosferica. Ed è pur noto che il Volta immaginò una teoria sulla formazione della grandine in seno dei nembi temporaleschi ed altra sul periodico rinnovarsi di questi in date località e condizioni atmosferiche; le quali sue congetture, se non sono al tutto fuori di dubbio, certo rasentarono il vero.

L' Eudiometro.

17. Gli studi da lui fatti sul gas infiammabile delle paludi lo condussero a riconoscere che questo proveniva dalla scomposizione delle materie animali e vegetali, e ad immaginare di poi la lucerna a gas, e quel che più monta ad inventare l' *eudiometro* a scintilla elettrica, col mezzo del quale si può determinare la quantità in volume del gas ossigeno contenuto in una miscela gasosa. Or questo suo strumento venne riconosciuto suscettivo di esatte determinazioni da quel valente chimico che fu il Gay-Lussac, e valse di poi ad agevolare le più delicate indagini chimiche sulla costituzione dei gas.

Dilatazione dell'aria e del vapor acqueo.

18. Ma un interesse scientifico ben maggiore offrono i suoi esperimenti sulla dilatazione calo-

rifica dell' aria, essendo questo un argomento fondamentale per la termologia. Le precedenti esperienze di altri fisici sovra tale proposito avevano date resultanze così poco in accordo fra loro, da lasciar credere che la legge della dilatabilità termica dei gas fosse molto complessa. Egli, oculatissimo come era nelle più delicate ricerche, si avvidde che le anzidette discordanze provenivano anzitutto da ciò, che l' aria, assoggettata a prova entro palloncini e tubi di vetro, conteneva sempre, ma in quantità assai variabile da uno ad altro caso, dell' umidore acqueo, il quale, a bassa temperatura, stavasene condensato sulle interne pareti vitree, e man mano poi coll' aumentare della temperatura, riacquistando lo stato elastico, aggiungeva la propria tensione a quella dell' aria. Adoperando invece aria, dapprima disseccata per bene, essa va crescendo di volume in diretta proporzione cogli aumenti della temperatura, siccome egli dimostrò, incominciando dalla temperatura del ghiaccio fondente fino a quella della ebollizione dell' acqua; tanto che la dilatazione dell' aria riesce allora equabile, entro codesti limiti di temperatura.

Ed in appresso, pigliando ad esame la dilatazione dell'aria, scarsamente umida a bassa temperatura, si convinse che, a temperature assai più elevate, anche il vapore doveva subire una equabile dilatazione, giacchè la miscela di esso coll'aria gli risultava dilatarsi equabilmente.

Queste due deduzioni del Volta furono di alto

interesse, così per la dottrina sui fluidi aeriformi, come per le applicazioni alle più comuni indagini gazometriche dei chimici e dei fisici. Parecchi anni di poi Dalton e Gay-Lussac, e più tardi assai Regnault e Magnus, giovandosi di mezzi ben più propri, posero fuor di dubbio queste leggi sulla dilatazione dell' aria e del vapor acqueo. Ma il valore dei fisici sperimentatori si rivela appunto quando, colla accuratezza dei tentativi e delle osservazioni, si supplisce all'imperfezione dei mezzi adoperati. Fatto è che il valore del coefficiente di dilatazione dell'aria, determinato dal Volta, differisce dal valore trovato da Regnault, ancor meno di quello determinato dal Gay-Lussac, per quanto quest' ultimo fosse abilissimo chimico ed in possesso di stromenti migliori di quelli usati dal fisico comense.

Doti eminenti per un fisico.

19. Pertanto, anche in questi studi sulla dilatazione termica dei fluidi aeriformi, si rivela nel Volta quella dote, ch'io reputo principalissima per un fisico, quella cioè della cauta, diligente e misurata osservazione.

Egli è veramente stato, or fa quasi un secolo, uno dei più fortunati campioni della scuola galileana, la quale, in ogni ricerca, si propone di trovare la colleganza tra le previsioni razionali della meccanica generale e le leggi fenomenali

della fisica. Però, talora il raziocinio è sottoposto, per così dire, alla controprova della esperienza, e soltanto in appresso è dato formulare, per via deduttiva, una dottrina scientifica: e, talora invece, sono le suggestioni stesse della osservazione e della esperienza, che ci traggono ad un concetto razionale, ossia alla scoperta di una legge naturale, non prima avvertita; ed in questi casi la teorica stessa, così formulata per via induttiva, acquista valore dottrinale, rivelandoci l'applicazione di essa ad altri ordini di fatti.

Il fisico assennato deve appunto imitare questi splendidi esempi del Galileo e del Volta, contemperando fra di loro ad ogni passo le due forme fondamentali del metodo scientifico, la induzione e la deduzione. Chi invece s'attiene troppo esclusivamente all'una od all'altra di queste vie, men facilmente arriva a grandi risultati. Poichè nè la pura esperienza di per sè, nè il solo raziocinio valgono a farci cogliere il bandolo di quella avviluppata matassa di fenomeni, multiformi e fugaci, che natura ci dispiega innanzi agli occhi. Ben è vero, che la fisica ha ottenuti non pochi incrementi anche per opera de' partigiani di un metodo esclusivo; ma i più salienti progressi di questa scienza sono indubbiamente dovuti alla sottile coorte di quegli ingegni completi, che ben si dicono geni, in quantochè, nel loro intelletto, stanno armonizzate, ed egualmente vivaci, le facoltà sintetiche e le attitudini analitiche della mente.

Io credo non inopportuna codesta osservazione

a proposito del Volta[z], e davanti ad uno eletto convegno di scienziati, quale di rado occorre. Perocchè parmi che in Italia, da alcun tempo, la fisica sperimentatrice si sia lasciata un po' soverchiare dalla fisica speculativa, ed abbia quindi prodotto assai meno per la scienza, di quanto i primi seguaci del Volta, voglio dire il Marianini, il Nobili, il Dal-Negro, il Matteucci, il Belli ed il Melloni, a ricordar solo i morti, produssero nel precedente quarto di secolo.

Noi potemmo bensì giovarci delle dottrine dinamiche, le quali, presagite già da alcuni nostri fisici, vennero poi largamente svolte dagli stranieri; talchè per esse potemmo dare forma più rigorosa al principio della connessione e della equivalenza di tutte le forze naturali. Ma è pur vero che codesta connessione non l'avremmo sì presto e con fiducia accolta, se il piliere voltiano non ce la avesse manifestamente disvelata.

Ora, riesaminando uno ad uno i corollari di questa connessione, che man mano la scienza viene svolgendo, possiamo persuaderci, che più assai di essi ci furono rivelati dalle acute esperienze del

(*z*) Nel 1778 il Volta venne nominato professore di *fisica sperimentale* in questa Università, quando il Barletti teneva la cattedra di *fisica generale*. Nel 1782, quell'illuminato e benemerito sovrano, che fu Giuseppe II, il quale tanto giovò allo sviluppo civile della Lombardia, anche colla soppressione delle corporazioni religiose, assegnò al Volta una somma rilevante per acquisto di stromenti fisici, e per ispese di viaggio all'estero, onde farne scelta, ed altresì un' annua dote per le sperienze e per la manutenzione delle macchine. E, poco dopo (nel 1785), assegnò altra somma straordinaria per l'erezione dell'elegante teatro fisico e della spaziosa galleria delle macchine, che si notano tuttodì fra i più belli ornamenti del nostro Ateneo. Giuseppe II aveva dunque presagita tutta l'importanza di una cattedra sperimentale, affidata ad un Volta!

Faraday, del Joule, del Grove e dell'Hirn, che non dalle considerazioni puramente dottrinali di taluni valentissimi matematici. Perciò io amerei che la gioventù italiana si sentisse oggi più fortemente eccitata a seguire le orme di quel grande, che qui onoriamo, anzichè a tenersi esclusivamente nelle vie, meno disagevoli, delle speculazioni meccaniche.

Precipuo fondamento della moderna civiltà.

20. Tre anni or sono, in un villaggio poco fuori di Como, in Camnago, si compieva una riverente solennità. Vi si procedeva alla esumazione delle reliquie del nostro sommo fisico, che giacevano in malproprio avello, per dar loro luogo in acconcio mausoleo. In quell'occasione, io mi permisi svolgere un pensiero, che parmi non indegno di essere qui richiamato.

Ripensando fra me ai grandiosi rivolgimenti delle nazioni, che la storia ci ricorda, e più a quegli innegabili regressi verso la barbarie, che più d'una volta funestarono il corso della civiltà, mi si affacciava alla mente questo angoscioso dubbio: sarebbe mai ancor oggi possibile una ricaduta verso la barbarie? Ed in vero, se la grande maggioranza che costituisce le nazioni non fosse da altro governata che dalla fede religiosa, un nuovo regresso sarebbe ancor possibile; e ne abbiamo avuto un recente indizio nello stato di morale scadimento, cui testè era giunta la Francia, quando il clero

minacciava di riguadagnare tutta la sua possanza colla ristorazione imperiale, o peggio colla ristorazione borbonica.

Ma, per gran ventura nostra, oggi la scienza può rivaleggiare colla fede, per costituire novelli dogmi di morale civile. Oggi non v'ha nazione d'Europa dove, se non la maggioranza, almeno una potente minoranza non siasi costituita, per patrocinare anzi tutto i diritti della scienza e della ragione. Però l'efficacia delle argomentazioni di questa minoranza non sarebbe salita tanto, se le scienze fisiche e meccaniche non le avessero prestati i più convincenti esempi della onnipotenza dell'ingegno umano, governato e soccorso dai principi e dai mezzi delle scienze sperimentali.

Dopo la scoperta della stampa, che moltiplica ed accelera la diffusione delle idee; dopo la scoperta delle motrici a vapore, che moltiplicano ed accelerano i contatti da popolo a popolo, e che centuplicano la potenza meccanica dell'uomo, nessun'altra scoperta contribuì tanto all'affinamento d'ogni arte quanto quella delle correnti elettriche, che dobbiamo al Volta. La elettricità prodotta dallo strofinio non aveva trovate applicazioni di tanto valore, quanto ne acquistarono quelle dovute all'elettromozione voltiana, la quale può dare effetti così misurati e così facilmente trasmissibili a distanza, che in molti incontri ha suscitato non solo la meraviglia del volgo, ma ancora delle dotte persone. E pur recentemente, la scoperta del telefono elettro-magnetico ci ha rivelato un oriz-

zonte novello, così per le applicazioni, come per le dottrine fondamentali sulla costituzione dei corpi.

Or bene, o Signori, io dicevo fra me stesso, i meravigliosi trovati della moderna scienza devono render convinte anco le moltitudini del valore grandissimo e, quasi direi, della indiscutibile autorità dei dogmi scientifici. Ai dubbî miracoli della fede, noi possiamo contrapporre gli accertati prodigi della scienza; e quindi il fascino delle idee superstiziose non può più aver valore per ripiombare nella barbarie il popolo nostro.

Egli è in questo senso che io qui Vi chiamo, o Signori, ad ammirare nel Volta, non soltanto un grande Scienziato, ma ancora e più ancora un grande Benefattore della umanità.

La luce del vero, sotto forma di luce elettrica, ha scomposte e fugate le tenebre della ignoranza: la scienza ha assicurato il proprio dominio, ed ha ridotto ne' suoi giusti confini il dominio della fede. La scienza è la più sicura guida e la tutrice più animosa degli interessi delle moltitudini, che anelano a partecipare ai benefici delle civili istituzioni.

E perciò, giustamente, il nome del Volta vien oggi riverito da tutte le nazioni colte, non meno di quelli di Galileo, di Newton e di Laplace. Perocchè essi tutti, a prova della sentenza di Filolao che dapprincipio Vi ricordai, furono per noi Rivelatori delle più alte verità naturali, e le opere loro stanno quali sacri testi della scienza (x). Epperò,

(x) Non occorre qui d'avvertire che il Volta, massime in età matura, si mostrò ossequente delle pratiche religiose; poichè ciò non toglie che talune

finchè il popolo saprà tenere in onoranza codeste ed altre tali rivelazioni scientifiche, non v'è da temere ch'esso venga ricacciato nella barbarie.

Ma badate, o Signori, che i nemici della scienza, sotto veste di campioni della fede, sono vigili sempre ed astuti oltremodo! Talchè, imitando un celebre motto, io Vi raccomanderò di tener bene aperti gli occhi, e pronte sempre le armi della ragione e della civiltà.

alte verità filosofiche, quelle della conservazione e della convertibilità delle varie forme di energie fisiche, avvalorate pure dalle sue scoperte (§ 19), trovino il loro pieno svolgimento soltanto nella filosofia unitaria e meccanica, inaugurata dal Galileo, dal Newton, dal Laplace, e svolta anche recentemente dall'autore di tre opere memorabili: l'Unità delle forze fisiche; il Sole, e le Stelle: sebbene costui portasse, con rispetto, abito monastico. L'immutabilità delle leggi naturali, e la connessione necessaria delle azioni scambievoli di tutte quante le cose costituenti il Cosmo, non lasciano campo alcuno nè al Caso, nè all'Arbitrio. Solo la ragione, soccorsa ad ogni passo dalle rivelazioni naturali, cioè dalla attenta e compiuta osservazione, può disvelare e gradatamente esplicare le grandi leggi meccaniche e cosmologiche. E, quanto al finale giudizio su le persone, la storia deve tener conto non tanto del bene, che esse credettero di fare, quanto piuttosto del bene, che veramente derivò dalle opere loro alla umanità.

Documento *A*.

Minuta della lettera 4.ª *del Volta al Vassalli* (*a*).

Al Signor Abate Vassalli.

Como, 30 ottobre..... (*b*).

Ho indicato già e spiegato nella lettera precedente: che la più facile e semplice maniera di eccitare, senza l'intervento di alcun metallo o conduttore di prima classe, le convulsioni e gli sbattimenti nelle gambe della rana si è (pochi momenti dopo averla preparata nel miglior modo, cioè in guisa che rimangano esse gambe attaccate al tronco per i soli nervi ischiatici) di ripiegare una o l'altra di queste e addurla al contatto o de' nervi anzidetti o dei muscoli del dorso; che ad ogni modo non riesce sempre nè in tutte le rane, anche vivacissime e di recente preparate, la sperienza; e che al dippiù, per riuscir bene quelle poche volte che si può, si ricercano due condizioni, una poco meno che necessaria l'altra assolutamente indispensabile, cioè: 1°. che la parte della gamba che si fa toccare a quei nervi o ai muscoli dorsali, sia non già sostanza carnosa, ma bensì una parte del tendine o ligamento

(*a*) Nella parte 1ª del tomo 2° della *Collezione delle opere* del Volta, pubblicata dall'Antinori in Firenze (1816), si legge una: *Nuova memoria sull'elettricità animale*, divisa in tre lettere, dirette all'Abate Anton Maria Vassalli, professore di fisica nella Università di Torino. Le successive due lettere, 4ª e 5ª, che qui si pubblicano, giacquero sinora inedite; e le si devono alla gentilezza della Presidenza del R. Istituto lombardo, che ci permise di trascriverle dalle minute originali, depositate, in un con molt'altre inedite, in quell'Archivio.

(*b*) La prima minuta, dalla quale questa fu trascritta dallo stesso Volta, porta la data di Como 30 ottobre, senza anno; ma deve essere del 1795.

che procede dal muscolo gastronemio, e che scoperto si prolunga fino all'estremità del piede: 2.° che o sangue od altro umore glutinoso o salino s'interponga al luogo di tale contatto.

Ora ecco l'accozzamento di tre conduttori, diversi di specie, avvegnachè tutti della 2.ª classe, quale si richiede all'uopo di concitare e mettere in corrente il fluido elettrico; ecco ridotte le due sovraccennate condizioni a quest'una dei *tre conduttori diversi,* ch'entrano a formare il circolo. Questi tre conduttori sono nella sperienza di cui si tratta: sostanza tendinosa dura e liscia da una parte; dall'altra o molle nervo, o carne morbida, di superficie non così liscia; e un glutinoso o salino frammezzo. E sono tutti e tre così diversi tra loro, che la corrente elettrica mossa da' rispettivi combaciamenti, comechè debolissima ancora, pure arriva a stimolare sensibilmente i nervi crurali della rana preparata, come si è detto di fresco, e preparata in modo che tal corrente debba passare, tutta quant'è, per l'angusta strada di essi nervi. Qualunque di queste circostanze manchi, o che la rana cioè non sia preparata nell'indicata guisa, o che trovisi dopo alcuni minuti scemata notabilmente la sua eccitabilità, o che non abbiavi l'intreccio di tre conduttori diversi, o che finalmente non sian questi diversi abbastanza, le convulsioni non succedono.

Lasciando ciò che riguarda l'eccitabilità de' nervi o muscoli della rana, che deve essere molto grande, acciò riescano le sperienze di cui si tratta, come ho inculcato più volte, consideriamo particolarmente l'ultima circostanza, cioè come non solamente vi vuole il concorso di tre conduttori diversi, ma che questi siano molto diversi; e vediamo quali riescano per tal riguardo più o men acconci.

Risponde dunque assai bene l'esperienza, ove una parte qualunque del tendine (forte e compatto, di superficie bianca e di un lucido argenteo, qual procede dal muscolo gastronemio e si prolunga al di là dell'articolazione del piede, qual lamina di argenteo colore) si contrapponga ai delicati nervi ischiatici di un bianco morto, o alle carni rubiconde e molli del tronco; ben inteso che non vengano a immediato contatto, ma v'abbia di mezzo o sangue, o altro umor glutinoso o salso: risponde, dico l'esperienza assai bene, riuscendo spesso così di eccitare le convulsioni nelle gambe della rana, anche alcuni minuti dopo, che è stata preparata a dovere. All'incontro risponde molto male, ove si contrappongano le parti carnose della gamba o della coscia, sia pur anche l'istesso

muscolo gastronemio dal mezzo in su, ai detti nervi, o peggio a qualsiasi parte carnosa del tronco; tanto male che non si ha quasi mai l'effetto delle convulsioni, quand'anche si sia interposto il migliore tra gli umori glutinosi o salini, quello che più facilita la la riuscita, cioè un forte alcali.

Dico *quasi mai;* perchè succede pure qualche volta di eccitarsi le convulsioni anche con tali contatti di muscoli contro nervi, e di muscoli contro muscoli sporchi di sangue o d'altro umore glutinoso e salino (giacchè sempre uno di questi deve frapporsi, come più d'una volta si è avvertito). Tale è la sperienza rammemorata, nella lettera precedente, e che dobbiamo all'autoredell' opera *Dell'uso* ecc. (*c*), in cui pendendo fuor dalle coscie i nervi ischiatici, o soli o con un pezzo di spina attaccata, si fan battere o quei nervi o codesto pezzo di spina contro le coscie medesime, e si eccitano con ciò le convulsioni in tutti i muscoli delle gambe da cima a fondo, massime se siansi previamente bagnate le parti di acqua salata. Tali ancora, o somiglianti le sperienze del Dott. Valli, nelle quali una persona, tenendo sospesa pei piedi la rana preparata con una mano umida o colla bocca, tocca con un dito dell'altra mano, o meglio colla lingua i nervi ischiatici, o il pezzo di spina dorsale che ne pende; oppure, facendo passare nell'acqua di un gran bicchiere detta spina con parte de' nervi, viene poi a compire il circolo con intingere un dito nell'istess'acqua, o con farvelo intingere da altra persona con cui fa catena, dandosi mano ecc.

Ma codeste sperienze succedono ben di raro e, vorrei quasi, dire, per miracolo. Così è: riuscirete un gran numero di volte e in moltissime rane anche non vivacissime ad esercitare i moti muscolari, osservando le condizioni da me prescritte, segnatamente quella di far toccare ai nervi ischiatici o a qualsiasi parte del nudo tronco insanguinato il tendine in cui termina il muscolo gastronemio, riuscirete, dico, in tal modo mille volte, e una volta appena in qualche rana, dotata di una singolare eccitabilità, praticando anche altre maniere, anche facendo toccare ai nervi ischiatici o al tronco immediatamente la gamba stessa, ma non al luogo del divisato tendine. Insomma non potrete mai promettervi di riuscire, se non con addurre qualche parte di questo tendine al contatto di detti nervi, o di detto tronco, sporchi o questo o quelli o

(*c*) Allude qui il Volta all'opuscolo: *Dell'uso e dell'attività dell'arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli*, senza nome d'autore, edito nel 1794 in Bologna.

il tendine medesimo di sangue o d'altro umore glutinoso o salso: l'interposizione del qual terzo conduttore, diverso dall'uno e dall'altro dei due che lo prendono in mezzo, è l'altra condizione richiesta.

Ma finalmente poi, anche quando riesce in qualche altra maniera di eccitare le convulsioni, avrà sempre luogo l'indicata condizione indispensabile di tre o più conduttori diversi insieme intrecciati; e si verificherà sempre il gran principio da me piantato, che dal contatto appunto di conduttori diversi nasce l'azione, che incita e mette in corso il fluido elettrico. Infatti, anche quando vengono ad affrontarsi un muscolo con un altro, se abbiavi qualche differenza tra loro nella consistenza, nell'umore di cui sono imbevuti, o soltanto spalmati, una differenza anche puramente superficiale, oppure se trovisi fra quelli interposto non uno, ma due umori diversi, che si combacino, può l'uno o l'altra di siffatte accidentali diversità in quel punto esser bastante a dare una leggier mossa al fluido elettrico, a determinarne una debolissima corrente; e questa anche estremamente debole corrente elettrica può giungere ad eccitare convulsioni in una di quelle rane all'estremo sensibili (*d*). Ecco come si spiegano anche tali rarissimi casi e come niuna delle sperienze di questo genere può essermi obbjettata qual contraria al principio da me stabilito, e dimostrato ad evidenza da tutte le altre sperienze più numerose, in cui perchè succedono le convulsioni si vuole una più notabile diversità nei conduttori, che si combaciano o che entrano nel circolo, più notabile di quella che per avventura s'incontra tra muscolo e muscolo.

Ora passiamo a trattenerci più particolarmente intorno a quell'altra condizione, che diremmo più indispensabile, la qual è, che non succeda già un contatto immediato della gamba ossia

(*d*) Ma poichè questi casi, sebben rarissimi, si verificano, la tesi del Galvani, rettificata convenientemente, come io dissi più sopra, sussiste ancora: essere cioè possibile che l'arto della rana, di fresco e ben preparato, si contragga per uno stimolo elettrico, derivato dalla stessa elettromozione organica fra nervo e muscolo. D'altra parte però, a sostegno della tesi del Volta, qui sopra riportata: quella della necessità di *tre corpi eterogenei* a costituire un circuito efficace, si può notare che, anco nel caso in cui Matteucci e Dubois-Reymond dismostrarono l'elettromozione fra la sezione traversale e la superficie longitudinale d'un muscolo o d'un nervo, a costituire, in un con queste due superficie disformi, il terzo conduttore, entra la soluzione, con cui s'inzuppano i cuscinetti di carta, sui quali posano tali due superficie.

del suo gran tendine coi nervi ischiatici; o colle parti carnose del tronco, ma incontrisi frapposto un terzo conduttore diverso di specie, avvegnacchè di 2ª classe anch'esso, e che sia diverso molto, come già notammo richiedersi per ben riuscire. Questo conduttore intermedio non vuol essere pertanto acqua pura, nè umore poco diverso dall'acqua, nè sostanza qualunque di tal umore inzuppata. Siffatti conduttori acquei troppo poco differiscono per avventura da questo o da quel conduttor animale, dall'esterior faccia cioè del tendine, nervo, o muscolo, che vengono a combaciare, ossia dall'umore in massima parte acquoso che irrora tali parti animali, e che le rende appunto conduttrici (giacchè disseccate non lo sono più): differiscono tanto appena da movere una corrente elettrica estremamente debole; la quale potrà per sorte, in un caso cioè fra mille, eccitare le convulsioni in qualche rana allora allora preparata, e fornita di una prodigiosa sensibilità; ma nelle altre novecento novantanove sperienze non varrà a produrre il minimo moto muscolare. Per dare una mossa alquanto più forte al fluido elettrico, e indurre una corrente, valevole a scuotere anche delle rane dotate di un'eccitabilità ordinaria, sol che siano perfettamente e di fresco preparate, conviene che il conduttore intermedio, fra la gamba o il suo gran tendine, ed i nervi ischiatici o i muscoli dorsali, sia o sangue viscido o altro umore notabilmente diverso dall'acqua. Ed ecco perchè succede non rare volte l'esperienza nella rana lorda del sangue, colato dalle ferite nella dissezione sofferta, e meglio ove tal sangue, divenuto men acquoso, si prova al tatto viscido e tegnente (*e*); perchè più non

(*e*) Avea di già osservato il Dott. Valli, che sovente riesce meglio l'esperienza nelle rane estenuate da un lungo digiuno, che nelle vegete e fresche. Io truovo, che generalmente le più magre e smilze, ma vivaci ancora, quelle che contengono poco o nulla di acqua nel ventre e sotto la pelle, rispondon meglio assai delle altre verdi, succose e gonfie d'acqua: e la ragione credo che sia perchè appunto l'acqua, che cola da queste nel preparato e che vi annidava fin tra pelle e carne, continua a coprire le parti tutte snudate e ne dilava il sangue; nelle smilze e asciutte all'incontro i pochi umori che restano, e parte gemono dalle ferite, parte trasudano dalle istesse carni, essendo più densi e viscidi, più salsi, o meno acquosi insomma, riescono assai più atti all'uopo.

Ciò quando si tratta di fare le sperienze col solo corpo della rana intriso dei suoi proprii umori, senza punto imbrattarlo d'altro umor glutinoso o salso; poichè se ci piaccia di ricorrere a tale spediente, ove cioè si adoperi o acqua salata o sapone stemperato, o sopra tutto liquore alcalino, meglio assai delle rane affamate e languenti riescono alle prove le ben pasciute e vigorose. *Nota del Volta.*

succede dopo che si è ben detersa essa rana preparata, con disguazzarla e fregarla in acqua netta, come notato già abbiamo nella lettera precedente; perchè finalmente tornano a riuscire le prove se, asciugata dall'acqua, s'imbratti di nuovo la parte che si vuol addurre al contatto di sangue viscido, o d'altro umore glutinoso o salino. Così è: quando, per mancanza di tal sangue o di tal altro umore assai diverso dall'acqua, non si ottengono convulsioni nella rana, in qualunque modo si faccia toccare una delle sue gambe, e neppure il tendine procedente dal muscolo gastronemio, sia ai nervi ischiatici, sia a questa o a quella parte del tronco; si riesce molte volte, sporcando a bella posta o detti nervi, o qualche parte del dorso, o il detto tendine, di sangue denso e viscido, di scialiva, d'orina, o meglio d'acqua salata, e facendo succedere il contatto d'una gamba ripiegata in quel luogo appunto coperto dell'uno o dell'altro de' nominati umori.

Più facilmente si riesce, sporcando una o l'altra di quelle parti di sangue stemperato in poca acqua; assai meglio ancora, bagnandola con qualche goccia di un acido concentrato, e sopra tutti con un forte liquore alcalino: tantochè in questa maniera (ben inteso che si adduca al contatto il noto tendine) non vi è rana anche debole, in cui io non giunga ad eccitare le convulsioni, anche molti minuti dopo la sua preparazione.

Dalle sperienze fin qui prodotte e da altre molte, che produrrò in seguito, appare che basta un sottile strato di tali umori che s'interponga nel luogo ove vengono ad affrontarsi la gamba, ossia l'indicato suo gran tendine da una parte, e i nervi ischiatici o qualsiasi parte carnosa del tronco dall'altra, tantochè il contatto di codeste due parti dell'animale non sia immediato: che basta insomma che l'una o l'altra ne sia appena ricoperta o velata (*f*) nei punti ove ha da succedere il combaciamento. Ma, se così poco basta, il molto neppur nuoce: voglio dire non è altrimenti pregiudizievole, che di quel tale umore trovinsi abbondantemente ricoperte od una od ambedue le parti dell'animale che vanno ad affrontarsi, ossia che se ne frammetta una massa quanto si voglia grande. La condizione è che vi vuole uno di tai conduttori *interposto*, sia poi grosso o sottile, lungo o corto, non importa, tutto l'effetto dipende dalle superficie combacianti. Riesce dunque egualmente bene la sperienza tenendo immerso tutto o parte del tronco

(*f*) Si può dubitare che a questo pochissimo di materia, che costituisce un semplice velo, si attribuisca quì dal Volta una importanza soverchia.

della rana, compitamente preparata, in un bagno più o men largo di sangue, di acqua salata, di sapone mezzo stemperato ecc., ma sopratutto di alcali saturo: e ripiegando una gamba della medesima, in guisa che alcuni punti del gran tendine, procedenti dal muscolo gastronemio (osservisi sempre questa circostanza importantissima), vengano a baciare in qualunque luogo il liquore medesimo.

Ecco ancora alcune altre maniere presso a poco equivalenti. Adagiate il tronco della nostra rana sopra una fetta di sapone, umettato tanto alla superficie, che formi ivi una poltiglia semiliquida; e ripiegando convenientemente una delle sue gambe, imprimetela sopra questa medesima poltiglia a qualunque distanza da detto tronco, osservando al solito che il contatto siegua nei punti vicini all'articolazione del piede, o in alcuna altra parte del noto tendine: in questa maniera riuscirete sicuramente, come riesco io, ad eccitare più volte di seguito, alternando i toccamenti, le convulsioni in quasi tutte le rane di fresco preparate; e in tutto poi, e per più tempo ancora nella maniera seguente, che soglio spesso praticare.

Inzuppo a dovere di forte liquor alcalino un pezzo di spugna, ovvero una lista di cotone, di panno, di cuoio, o meglio di esca (amadou) che è molto spugnosa; e una porzione ne sovrappongo ai nervi ischiatici, o a qualsiasi parte del tronco, applicandovela bene; il resto, più o men lungo di tal lista inzuppata, sopravanza il tronco e ne sporge in modo che vi si può agevolmente far toccare la gamba in alcuna parte del solito tendine. Ognivolta dunque che eseguisco un tal contatto, si eccitano in tutti i muscoli della gamba contrazioni e spasmi più o meno gagliardi; e ciò anche nelle rane già notabilmente indebolite e preparate un pezzo prima: nelle vivacissime poi e tagliate di fresco sono così violente le convulsioni, sì forti le scosse e gli sbattimenti che fanno stupore; e proseguire si può ad ottenerle per assai lungo tempo, quando già più non si otterrebbero, non dico con un semplice arco metallico, impiegato invece del liquor alcalino, o con due pezzi dello stesso metallo, ma neppure con due metalli poco diversi, come argento ed oro, ottone e ferro, piombo e stagno applicati uno ai muscoli delle coscie e l'altro a quelli del tronco (*g*).

(*g*) Ecco nelle esperienze qui accennate un altro convicentissimo argomento, se ne abbisognassero ancora, per mostrare che la corrente di fluido elettrico non proviene da scarica qualsiasi di nervi o muscoli, ma bene da un'azione

Non debbo tralasciare di avvertire, che talvolta non succedono le convulsioni, che si tenta di eccitare coi sopra indicati contatti nei primi momenti che si è applicato o il liquor alcalino, o il sapone ammollito, o l'acqua salata ecc. a questa o a quella parte della rana ne' modi descritti, le quali poi succedono di lì a qualche tempo, allorchè l'umore sovrapposto si è alquanto internato, od è venuto almeno a più perfetto combaciamento colla parte dell'animale che copre e bagna. La qual parte, se mai trovisi molto immollata e grondante d'umor acquoso allorquando le si sovrappone il liquor alcalino, o l'acqua salata, più tardi ancora e men bene riescono le sperienze. E ciò per la ragione che, diluendosi soverchiamente da tal umor acqueo quell'altro liquore, salino o saponaceo, là ove ora uno strato si mescola coll'altro, esso liquor salino o saponaceo non è più quello, non è più ivi, quanto dovrebbe esserlo, diverso da' conduttori animali cui si frappone, ossia tal'umore che renda tali sostanze animali appunto conduttrici. Al contrario, se la dose del liquor salino o saponaceo sopravanza di molto quella dell'acqua, che bagna la rispettiva parte della gamba

propria de'conduttori dissimili, applicati a mutuo combaciamento. Se provenisse la corrente elettrica da quella supposta causa, è facile vedere che dovrebbe succedere molto meglio, e riuscire più rapida ed impetuosa, e quindi eccitare vieppiù facilmente e fortemente le convulsioni nella rana preparata, applicando un arco metallico, qualunque fosse, uno p. es. tutto d'argento, a immediato contatto de' muscoli delle coscie da una parte, e di quelli del dorso dall'altra, che non quando fa da arco conduttore una fetta di sapone semifluido od una lista di cuoio o d'esca inzuppata di liquore alcalino, i quali archi sono senza paragone meno differenti dell'altro d'argento. Or come va che succede tutto il contrario? che si ottengono cioè più facilmente le convulsioni coll'arco di sapone, o di liquor alcalino, che non con quello d'argento od altro di un sol metallo o di due poco diversi, ciascuno dei quali archi metallici è un conduttore molto più perfetto e del sapone e del liquor alcalino e di qualsiasi altro di 2.a classe? Se i conduttori sono soltanto passivi, permeabili cioè al fluido elettrico e nulla più, e la mossa al fluido vien data dagli organi animali, come si pretende da' sostenitori dell'elettricità animale, la cosa non può spiegarsi in alcuna maniera. All'incontro si spiega benissimo ne' miei principii, che stabiliscono venir dato l'impulso dal combaciamento di conduttori diversi, i quali sono in tale circostanza veri *motori*. *Nota del Volta.*

Per certo questa riflessione del Volta è molto importante, e logica; talchè merita ulteriore studio. Parmi però che essa getti qualche dubbio su la distinzione fondamentale da lui posta fra elettromotori di 1.ª classe (i metalli) e gli elettromotori di 2.ª classe (i conduttori umidi); poichè qui avremmo parecchi casi in cui quest'ultimi riescono più efficaci dei primi. Ora questa distinzione era apparsa necessaria al Volta per ispiegare il fatto del sommarsi delle tensioni elettriche di più coppie ordinate in serie, coll'intermezzo dei conduttori umidi; mentre, forse, non lo è.

o del tronco della rana, l'effetto che non succedeva sulle prime, si ottiene di lì a qualche tempo, quando cioè, scompartita quella poca acqua nella massa grande dell'altro liquore, si perde in certo modo entro a questo conduttore umido, abbastanza diverso dalle parti animali cui sta a contatto.

Farò osservare ancora che, quando si adopera acqua fortemente salata, e più i liquori acidi o alcalini, que' muscoli della rana, che ne sono tocchi e penetrati si risentono notabilmente a siffatti stimoli, tantochè vi si osservano de' tremori, de' palpiti e sussulti. Sono però tali convulsioni soltanto parziali a quelle fibre e a quei muscoli, che il liquore irrita localmente, e non trapassano alle parti lontane, dal tronco cioè che ne sia intriso alle gambe posteriori, e si distinguono troppo bene da quelle altre convulsioni, più grandi ed insigni, che prendono tutti i muscoli di esse gambe da cima a fondo, e le fan balzare ogni qualvolta una di esse gambe si ripiega in modo, che venga il suo gran tendine a toccare il detto liquore, o la parte del tronco imbevutane, e con tali combaciamenti si incita e si mette in corrente il fluido elettrico.

Del resto si può fare in modo che il liquor acre e stimolante penetri o punga alcun muscolo dell'animale, e meno i nervi, e schivare così qualunque irritazione e offesa, che possa il medesimo cagionare. Basta porre a contatto del tronco della rana un brano di carne fresca e succosa, tagliato ad un animale qualuuque, di latte coagulato, di bianco d'uovo indurito, di polenta, ovvero una lista di cotone, di pelle, di esca inzuppata d'acqua, un trincio di frutto ben succoso, ecc., insomma un conduttore qualunque della 2ª classe, che sia però un conduttore buono; e sopra alcuni punti di tal conduttore applicato al tronco della rana, mettere il liquor salino, di cui si tratta, o un pezzetto di spugna o d'esca ben inzuppatone: così disposte le cose, adducasi la gamba della rana, ossia il solito tendine, al contatto di tal liquore o del corpo spugnoso imbevutone, e succederanno le convulsioni quasi ugualmente, che se esso liquore si trovasse a contatto immediato del tronco della rana.

Dico *quasi egualmente,* nel supposto che il corpo ad esso tronco applicato e sia buon conduttore, come già ho accennato, e di non molta lunghezza, come ora soggiungo; poichè altrimenti, rallentando esso la corrente elettrica, è cagione che riesca tanto meno efficace la sua azione.

L'inversa di quest'ultima esperienza è di applicare quel qua-

lunque conduttore che si vuol aggiungere, cioè il pezzo di carne, di ricotta, di polenta, ecc., non più al tronco della rana, ma ad una delle gambe, specialmente sopra il tendine tante volte nominato, e porre sopra qualche parte (di tal corpo intermedio) il liquor alcalino, o la spugna imbevutane; indi addurre in contatto di cotesto liquore una parte qualunque del nudo tronco.

Non dissimile è la sperienza già ricordata di tener sospesa con una mano umida la rana pe' suoi piedi, e con un dito dell' altra mano, intriso di sangue, di acqua salata, di sapone stemperato, o meglio di forte liquor alcalino, toccare i muscoli dorsali o altra parte del tronco; sebbene rarissime volte, come già ho fatto osservare, e solo in qualche rana eminentemente eccitabile, riesce in questo modo di destare le convulsioni: e ciò per ambedue le ragioni testè accennate, cioè per essere, se non trattenuta, ritardata considerabilmente la corrente elettrica e dalla poca deferenza della pelle delle nostre mani comunque umettate esteriormente, e dal lungo tragitto dall'una all' altra mano pel corpo della persona. Che se più persone intervengano nel circolo, cioè due, tre, quattro si dian mano e faccian catena, crescendo a proporzione gli indicati impedimenti, assai più difficile ancora sarà la riuscita dell' esperienza. Pure succedono qualche rarissima volta anche così le convulsioni nella rana, ove cioè s' incontri essere essa dotata dalla più insigne eccitabilità, come si è detto.

Del resto che la pelle delle mani, presenti un notabile ostacolo al trapasso del fluido elettrico, per essere la medesima non abbastanza penetrata di umore, e quindi poco deferente, lo mostrano ancora le sperienze, in cui s' impiegano, con due, tre o più persone, metalli diversi, le quali sperienze voi pure avete ripetute (*h*) e non producono l' effetto, o stentatamente, se le mani

(*h*) Cotali sperienze, già accennate nelle lettere precedenti e che qui si ricordano, sono quelle in cui una persona, impugnando p. e. un pezzo d'argento, e un' altra un pezzo di ottone o di ferro, comunicano fra di loro per mezzo di una rana compitamente preparata, che da una si tiene pe' piedi, dall'altra pel tronco, frammettendosi anche, se si vuole, un maggior numero di persone, che tutte faccian catena, dandosi mano in circolo: il qual circolo, interrotto prima dove che sia, o che si trovino cioè disgiunte due persone, o che non si tocchino i due metalli, quando poi si compie col contatto di questi, o colla riunione mano a mano delle due persone, si eccitano incontanente, e tutte le volte che si ripete il giuoco, nella rana che forma un anello di tal circolo, le convulsioni; e queste sono valide, se le mani che si toccano e stringono a dovere sono ben umettate; deboli, debolissime, ed anche nulle, se sono asciutte. È però da osservare in queste sperienze, che non sia molto umido il pavimento,

intrecciate non sono molli di sudore, o in difetto non si bagnano a bella posta. Ma poichè, anche bagnata così esteriormente la cute, rimane povera interamente di umore, cioè ne scarseggiano gli strati sottoposti al primo bagnato finchè arrivi alla carne viva e succosa; quindi è che si oppone tuttavia qualche resistenza alla corrente elettrica, che l'impedisce o rallenta alcun poco, tantochè, se questa corrente è già debole molto, come nelle sperienze di cui ora ci occupiamo, ove non entrano nel circolo conduttori metallici, ossia di 1ª classe, ed anche in quelle ove ne intervengono due o più di questi, ma poco fra loro diversi, non è da stupire che rendasi la medesima affatto inefficace a destare le convulsioni nelle rane dotate ancora, se non delle più insigni e rare, di una più che mediana eccitabilità.

Volendosi fra i conduttori, onde si va a compire il circolo, far entrare un liquor salino de' più acri ed irritanti, e garantire nel medesimo tempo che nessuna parte della rana venga, non che penetrata, ma neppur leggermente di passaggio tocca dal medesimo, può applicarsi un pezzo dei sopradetti corpi, cioè o carne trinciata da un altro animale, o latte coagulato, o polenta, ecc., alle gambe di essa rana, segnatamente sopra il gran tendine, ed un altro pezzo al tronco di lui, e farli poi comunicare questi due pezzi, ossia conduttori aggiunti, in guisa che compiasi il circolo, e che trovisi tra essi frapposto uno strato grosso o sottile di tal liquore. Anche in tal foggia suscettibile, come si comprende, di molte variazioni, succedono nelle circostanze favorevoli i moti muscolari segnatamente delle gambe.

Mi sono proposto di descrivervi, illustre Collega, non tutte, ma le principali maniere, con cui sono andato variando le prove di eccitare le convulsioni nella rana, mercè i combaciamenti di soli condottori di 2ª classe. Ora una di tali maniere, che ancora non ho toccata nè in questa, nè nella precedente lettera, maniera che per altro conviene colla qui sopra descritta, si è di fare che la rana, compitamente allora allora preparata, peschi con una od ambedue le gambe in un bicchiere pieno d'acqua, e col tronco o parte di esso in un altro bicchiere; e indurre quindi, per com-

poichè in tal caso la corrente elettrica, mossa dal combaciamento de'due metalli diversi colle rispettive mani, passa più volontieri pel picciol tratto di pavimento interposto a queste due persone che impugnano detti metalli, che per la lunga catena di molte persone, massime se alcuna di queste abbia le mani non molto umide, ecc. *Nota del Volta.*

piere il circolo, la comunicazione tra acqua ed acqua per mezzo di altri conduttori della stessa 2ª classe, ma diversi dall'acqua.

Per dare un'idea dei risultati di molte sperienze da me fatte in questa maniera, basterà il dire in generale: che, quando tal arco conduttore era fatto tutto di un pezzo solo o di più pezzi, ma dall'istessa stessissima materia, tutto p. es. di uno, due o più brani dell'istessa carne fresca e succosa, dell'istesso nervo o dell'istesso tendine, tutto di bianco d'uovo indurito, di polenta, di formaggio, ecc., tutto d'una, o più persone concatenate a mano, che intingevano in ciascuno di due bicchieri un dito netto, o bagnato di semplice acqua, le convulsioni non ebbero mai luogo: e che all'incontro si eccitarono qualche rara volta quando l'uno dei diti, o l'uno dei capi di quegli altri archi conduttori omogenei, il capo segnatamente, che andava a toccare l'acqua in cui trovavasi immerso il tronco della rana, erasi dianzi imbrattato di sangue viscido o d'altro umore glutinoso, o salino, o di sapone mezzo stemperato, o meglio di denso liquor alcalino. Dico *qualche rara volta*, cioè solamente nelle più favorevoli circostanze di rane vive dotate di una straordinaria eccitabilità, e ne' primi tentativi sopra le medesime, allora allora preparate di tutto punto. Sebbene coll'alcali ho potuto riescire anche qualche tempo dopo, anche in rane non estremamente sensibili.

Ciò basti intorno a queste sperienze, nelle quali pur vedesi essere necessario, come in tutte le altre, il combaciamento di conduttori diversi, e che anzi due soli, comunque diversi, non bastano ancora a formare il circolo, equilibrandosi in tal caso le azioni rivolte l'una contro l'altra ne' due combaciamenti simili, come ci mette sott'occhio la 1ª delle figure qui annesse (*i*), nella quale, combaciandosi i due corpi *a a*, *b b* nelle faccie *a b*, *a b*, qualunque sia l'azione sul fluido elettrico, che si dispiega per tali combaciamenti, dovendo essere eguale dalle due parti opposte, sia cioè che il detto fluido tenda a passare da *a* in *b*, o da *b* in *a*, tanto da una parte quanto dall'altra, avviene che, controbilanciandosi tali forze e tendenze contrarie, non può determinarsi alcuna corrente, nè da destra a sinistra, nè da sinistra a destra. Così è

(*i*) Non si riproducono qui le figure, abbozzate appena dal Volta nella sua prima minuta; perchè sono tanto semplici, che le si ponno facilmente immaginare, leggendo il testo. D'altronde queste figure vennero, con qualche modificazione, riprodotte dal Volta in una tavola annessa alla prima sua lettera al Gren di Halla (*Collezione delle opere* ecc. Tomo II. Par. II).

che nulla succeda; quando anche l'arco *b b*, che si applica al conduttore umido *a a*, sia metallico, ma dell'istesso stessissimo metallo, eguale ne' suoi due capi *b b*, non che nella sostanza, ma nella tempera pur anche, nella pulitezza, ecc.. come ho mostrato ampiamente nella 1ª lettera; giacchè delle picciole accidentali differenze, anche solo alla superficie, bastano a determinare una qualche corrente elettrica.

Vi vogliono dunque tre o più corpi diversi, che entrino nel circolo conduttore, acciò, prevalendo l'azione che spinge il fluido elettrico da destra a sinistra o da sinistra a destra sopra quella che lo spinge in direzione contraria, in virtù dei combaciamenti dissimili, ne venga determinata la corrente in giro. Vi vuole cioè, che il conduttore *a a* sia interposto a due *b b, c c,* diversi da quello e tra loro (come rappresenta la figura 2ª), e quanto più diversi, tanto meglio.

Che se i conduttori diversi, e quindi i combaciamenti siano più di tre ed in qualunque numero (fig. 3ª e 4ª), si produrrà pur anco la corrente elettrica più o meno attiva, vale a dire capace, o non capace di eccitare le convulsioni, ecc., secondo e a misura che le forze tendenti a muovere il fluido elettrico in una direzione prevalgano a quelle tendenti in senso contrario, e solo mancherà del tutto cotal corrente nei casi, difficilissimi ad incontrarsi, che la somma delle forze da una parte equilibri giustamente la somma delle contrarie.

Uno di questi casi viene rappresentato dalla figura 5ª Siano i due corpi *a a, a a* conduttori della 2ª classe e simili, p. es. conduttori acquei: i due *A A, A A* pezzi d'argento: e gli altri due *Z Z, Z Z* pezzi di zinco: si comprende che non avrà luogo alcuna corrente elettrica con questi corpi combinati nel modo indicato dalla figura (*l*). Poichè, supponiamo che la forza con cui il fluido elettrico si spinge dallo zinco in un conduttore acqueo sia = 10, quella con cui si spinge dall'argento in un conduttore similmente acqueo = 4, e quella finalmente con cui si spinge dallo zinco nell'argento = 1 (non è senza fondamento che sia molto minore l'azione che si dispiega nel combaciamento di due conduttori metallici, ossia di classe omologa, che non quella che si di-

(*l*) In questa figura i sei pezzi, che formano circuito chiuso fra loro, stanno così disposti: *aa — AA — ZZ — aa — ZZ — AA* che si congiunge col primo *aa*. Questa disposizione risponde a quella della fig. 12ª Tav. 1ª, annessa alla succitata 1ª lettera del Volta al Gren.

spiega nel combaciamento di due conduttori di classe diversa (*m*)). La somma delle azioni, ossia tendenze, sì per l'una che per l'altra direzione opposta (le quali direzioni vengono nella figura indicate dalla preposizione delle frecce, e ciascuna azione espressa dal numero segnatovi), è $10 + 4 + 1 = 15$; epperò, controbilanciandosi perfettamente, niuna corrente o circolazione di fluido può eccitarsi: e quindi, se i due conduttori acquei *a a*, interposti l'uno ai due pezzi di zinco *Z Z, Z Z*, l'altro a quelli d'argento *A A, A A*, sieno formati in tutto o in parte da rane preparate, dalla lingua o dall'occhio di una persona, niun moto in quelle, niuna sensazione s'avrà in questa di sapore o di luce.

Ma, mutisi in qualche modo l'ordine della catena negli stessi corpi (fig. 5.ª), o si tolga via uno de' pezzi metallici, o due, lasciandone un solo d'argento ed uno di zinco contigui, insomma facciasi che le tendenze in una direzione prevalgano alle tendenze nella direzione opposta, e tanto basterà perchè le sensazioni della lingua e dell'occhio, e massime le convulsioni nella rana si eccitino ogni volta che, interrotto il circolo conduttore, venga cogli opportuni contatti a compirsi. Ora la migliore disposizione dei già indicati sei pezzi è quella segnata nella fig. 6ª (*n*).

Ma lasciamo, per ora, questo, argomento, su cui ci tratterremo un'altra volta più lungamente.

Gioverà qui intanto osservare, che ove tra i diversi conduttori intrecciati uno ve n'abbia de' più moventi, p. es. un forte liquor salino, e sopratutto un puro alcali, il quale finora è fra quelli di 2ª classe il più attivo (come lo zinco lo è fra quelli di 1ª), ed ove si trovi esso interposto a due altri, di specie molto diversa da lui e tra loro pure notabilmente dissimili, dal combaciamento di quello con questi dipende quasi tutto il giuoco; tanto che si può dire, che nulla o ben poco contino gli altri combaciamenti di altri conduttori, in numero qualunque, poco dissimili tra loro e poco attivi. Tale è il caso della rana che pesca ne' due bicchieri d'acqua.

(*m*) Merita molto rimarco questa dichiarazione del Volta, la quale non parmi accordarsi coll'altra sua fondamentale distinzione tra elettromotori di 1ª classe (i metalli), i più efficaci fra loro, e gli elettromotori di 2ª classe (i corpi umidi).

(*n*) In quest'altra figura gli anzidetti sei pezzi sono così ordinati a formare il circuito: *a a — A A — Z Z — a a — A A — Z Z* che si congiunge col primo *a a*. Questa disposizione corrisponde a quella data dalla fig. 13ª Tav. Iª della ripetuta 1ª lettera al Gren. Ed è questa stessa disposizione, cui s'attenne di poi il Volta, siccome la più efficace, per costituire il suo elettromotore composto.

Differisce così poco l'acqua, in linea di conduttore, o piuttosto in ordine alla facoltà motrice, dal corpo della rana verde e succosa, che possono considerarsi tutt'insieme come un solo conduttore acqueo. Chè, se si peschi in un de' bicchieri una fetta di carne, di bianco d'uovo indurito, di latte coagulato, di polenta (come nella sperienza più sopra descritta), l'azione che succede ivi per tal combaciamento sul fluido elettrico, non è tale da farne gran conto. Bensì decidono le azioni che si dispiegano là dove uno strato grosso o sottile di sapone stemperato, di acqua salata, di forte liquor acido od alcalino, che copre l'altro capo di tali archi conduttori, si porti al contatto dell'acqua nell'altro bicchiere, sicchè la rana vien presa in mezzo fra l'acqua e l'altro conduttore abbastanza diverso dall'acqua. Tutto insomma o quasi tutto il giuoco si fa da quei tre corpi.

Documento *B.*

Lettera 5ª *del Volta all'Ab. Vassalli.*

Mi sono forse troppo esteso nelle due lettere precedenti, e massime nell' ultima, intorno ai modi di eccitare le convulsioni nelle rane, compitamente preparate, mercè l' applicazione di soli conduttori di 2ª classe. Ma conveniva distruggere l' impressione, che avean fatte nell' animo di molti fisici le sperienze di questo genere obbiettatemi, e con cui si era preteso, non che di risuscitare la elettricità animale nel vero e proprio senso (di una carica cioè o disequilibrio di fluido elettrico tra parte e parte organica, in virtù delle forze vitali medesime), ma di abbattere quell' altra (elettricità puramente artificiale) ch' io sostengo, mossa originariamente dal combaciamento di conduttori diversi. Ora dai varii modi di eccitare una corrente di fluido elettrico coll' applicazione di soli conduttori di 2ª classe, i quali modi si riducono poi tutti a farne entrare nel circolo non meno di tre, diversi un dall' altro di specie, passiamo alle varie maniere di ottenere simile corrente elettrica, e quindi le convulsioni nella rana, ecc., con tre conduttori pure diversi (il che è sempre indispensabile) ma due di 2ª classe ed uno di 1ª: cioè con fare che uno di questa 1ª classe, un pezzo d'argento p. es., venga interposto a due della 2ª, diversi tra loro, come ad acqua e sangue, ad acqua pura ed acqua salata, ecc.

Di cotal nuovo metodo od artifizio ho fatto cenno già in più d' un luogo della lett. 3ª, particolarmente verso il fine, anzi vi ho chiaramente, sebbene in ristretto, esposto il più esenziale intorno a ciò: tantochè non occorrerebbe quasi di dirne più altro, a voi massime, che siete non men destro nell'arte di sperimentare,

che sagace nel fare le applicazioni. Ad ogni modo non reputo inutile affatto, a risparmio se non altro del molto studio e fatica, che vi porterebbe il fare da voi senza un particolare indirizzo tanti nuovi tentativi, non reputo, dico, inutile il porgervi, Collega stimatissimo, cotesto indirizzo e gli opportuni schiarimenti, informandovi addirittura, non già di tutti i tentativi e di tutte le sperienze finora da me fatte sotto questo nuovo punto di vista, che sono in troppo gran numero, ma de' principali risultati, e che più decisamente comprovano i miei principj.

Coteste sperienze sono e più facili e più soddisfacenti, che non quelle coi soli conduttori di 2ª classe, riuscendo di destare le convulsioni nelle rane pur anche deboli, anche nelle preparate già da qualche tempo, e fino nelle imperfettamente preparate, cioè scorticate soltanto od al più sventrate. Insomma quest'altro artifizio di due conduttori di 2ª classe, ma diversi di specie, che prendono in mezzo e combaciano un conduttore di 1ª classe, artifizio molto più efficace in generale, che non l'altro di tre, essi pure diversi, ma tutti della 2ª classe, lo è poco meno di quello, riconosciuto già per così potente, e che fu il primo ad adoperarsi nelle sperienze di questo genere, o quello almeno intorno a cui si occuparono maggiormente i fisici fino ad ora, cioè di due metalli o conduttori di 1ª classe, diversi, che prendon di mezzo uno o più conduttori umidi concatenati. Ma veniamo senza più alle sperienze.

Prendete un arco metallico, perfettamente uguale ne' suoi due capi, non solo quanto all'intrinseco, cioè alla specie del metallo, alla lega, ma quanto pure alla diversa tempera, al levigamento, ecc. giacchè anche queste accidentali differenze fan variare notabilmente l'azione sul fluido elettrico nel combaciamento di tal metallo con tale conduttore umido, come ho ampiamente dimostrato nella lett. 1ª. Appoggiate l'un capo di esso arco metallico ai muscoli delle coscie, l'altro ai muscoli dorsali di una rana, puntualmente e di recente preparata: con ciò non succederanno le note convulsioni e sbattimenti, se non qualche rarissima volta, ove cioè accada che il muscolo a cui si applica un capo dell'arco, essendo molle di umor acqueo, l'altro muscolo, a cui si applica l'altro capo, trovisi lordo di sangue o d'altro umore assai diverso dall'acqua: nel qual caso ecco, che appunto un conduttore di 2ª classe, cioè quel tal arco metallico, trovasi in mezzo e a contatto di due di 2ª classe, un dall'altro notabilmente diversi, quali sono l'umor

acqueo da una parte, e il sangue, o quel qualunque umor viscido, o salino dall'altra.

Che l'effetto dipenda da questa diversità di due umori si farà chiaro dall'osservarsi, che più non si eccitano le convulsioni, toccando coll'istesso arco metallico da una parte e dall'altra gli stessi muscoli, dopo di averli, o ben lavati in acqua e detersi dell'aderente umor sanguigno o viscido, oppure imbrattati ugualmente di sangue, di sapone stemperato, o di qualsiasi liquor salino. Allora il conduttore di 1ª classe, quel tal metallo tutto omogeneo, essendo preso in mezzo e combaciato da due conduttori di 2ª classe, ambi dell'istessa specie, le azioni sul fluido elettrico, che nascono dai rispettivi combaciamenti e che si oppongono l'una all'altra, riescono uguali, e non possono per conseguenza determinare esso fluido ad alcuna corrente o circolazione.

Suppongo in codesta sperienza, in cui l'arco di un sol metallo non occasiona alcun moto o convulsione nella rana la meglio preparata e la più eccitabile, applicandone un capo ai muscoli o sostanza carnosa delle gambe e l'altro capo a qualsiasi parte similmente carnosa del tronco, suppongo, dico, che codeste parti toccate, oltre al trovarsi egualmente monde e nette, siano almeno presso a poco dell'istessa consistenza ed abbiano la rispettiva loro superficie, nè molto più ruvida nè molto più liscia. Or simili appunto quanto basta sogliono essere la carne nuda delle coscie e quella del dorso nelle rane, ripulite dopo la preparazione con detergerne bene il sangue ed ogni umor viscido, lavate e rilavate, se occorre, e discretamente prosciugate: e quindi è che, coll'applicazione dell'arco tutto dell'istesso metallo, non si eccitano le convulsioni (*l*), a meno che non si frapponga al luogo di questo o di quel contatto un qualche conduttore umido diverso dall'acqua, come si è indicato. Ma, se dissimili fossero notabilmente per sè stessi o nella durezza e consistenza, o nel levigamento, o in altro, i muscoli rispettivamente toccati dai capi dell'arco metallico omo-

(*l*) Che nei casi qui descritti dal Volta non siavi elettromozione, e manchino quindi le contrazioni nella rana, ciò non prova nè a favore dell'elettromozione voltiana (di contatto), nè contro la elettromozione galvanica (organica); poichè l'arco metallico, toccando due parti della rana, che sono organicamente simili, e per di più private de' loro naturali umori colle lavature, non può far luogo a corrente di sorta, in quanto che codeste parti, supponendole pure, organicamente, in istato elettrico, questo esser dovrebbe in entrambe eguale in tutto, e per natura di stato e per tensione. E ciò si accorda anche con quanto osservarono poi Dubois-Reymond e Matteucci.

geneo, potrebbero sibbene nascere le convulsioni, anche senza l'interposizione di sangue od altro umore viscido o salso, come accade infatti qualche rara volta. Ciò succede più facilmente se, invece di applicare un capo del detto arco metallico omogeneo alle parti carnose e molli delle coscie lo si applica ai muscoli più compatti e lisci delle gambe, segnatamente al gastronemio, e coll'altro capo si viene in seguito a toccare, o i nudi nervi ischiatici, o la carne molle e mezzo stracciata del dorso; e meglio ancora se il contatto di tal muscolo gastronemio si fa nella parte inferiore del medesimo, dove presenta una superficie bianca, lucida, ossia color di perla, e va divenendo duro tendine. Ho già mostrato nelle due lettere precedenti essere questo tendine così differente, in ordine alla virtù di cui si tratta, dalle parti carnose molli, e di superficie men liscia, come pure dai nudi nervi ischiatici, che, portandolo al contatto di cotesti nervi o di tali parti carnose del tronco della nostra rana, non però ad un contatto immediato, ma coll'interposizione di uno strato grosso o sottile di sangue o d'altro umore viscido o salino (poichè debbono essere non meno di tre i conduttori diversi, come ho spiegato in dette lettere e spiegherò ancor meglio tra poco), viene a determinarsi una corrente non molto potente è vero, ma pure valevole ad eccitare convulsioni in tutti i muscoli della gamba di essa rana, quando sia essa preparata a dovere, e molto sensibile. Or, se tra il già detto tendine procedente dal muscolo gastronemio e i nudi nervi ischiatici od una parte carnosa qualunque del tronco s'interponga, invece d'uno o d'altro degl'indicati umori, un pezzo di metallo, se inducasi la comunicazione e compiasi il circolo, col nostro arco di un sol metallo, applicandone acconciamente un di lui capo ad esso tendine e portando l'altro capo sopra i già detti nervi o sopra qualsivoglia parte carnosa del tronco, oppure (ciò che in fondo è lo stesso) a questa parte o ai nervi applicando una medesima lamina di quel metallo che si vuole, e adducasi quindi al contatto della medesima il gran tendine della gamba, si darà parimenti mossa ad una corrente elettrica; e questa tanto più forte, quanto è più attivo un conduttore e motore di 1ª classe verso i conduttori di 2ª, che non questi fra di loro, comunque diversi di specie. Tantochè si potranno in cotal modo eccitare le convulsioni, anche in rane preparate già da qualche tempo e languide a segno, che non si risentano già più neppure col far toccare il detto tendine ai muscoli dorsali, intrisi di forte liquor alcalino, che è, per quanto s'e-

stendono le sperienze da me finora praticate, la più efficace fra tutte le prove co' soli conduttori di 2ª classe.

Molte volte, a dir vero, avviene il contrario, cioè che più facilmente si eccitino le convulsioni nella rana, facendo comunicare le sue gambe coi nervi ischiatici, o col tronco, cioè adducendo il noto tendine al contatto di essi nervi, o tronco, intrisi questi o quello od ambedue le parti di liquor alcalino, che non stabilendo la comunicazione tra le stesse parti con un arco o pezzo qualunque di un sol metallo che le tocchi immediatamente senza l'interposizione cioè nel luogo dell'uno o dell'altro contatto del mentovato liquore. Ma ciò succede, trovandosi per avventura le rispettive parti animali toccate da detto arco non abbastanza umide, massime esternamente; e quindi poco deferenti: al qual difetto si rimedia sperimentando nell'altra maniera, cioè introducendo fra esse parti, fra il tendine tante volte nominato e i nervi ischiatici, o qualsiasi parte carnosa del tronco il liquor salino, col quale si ottiene che, all'atto che si affacciano quelle parti e vengono ad unirsi con lui di mezzo, si trovino umettate quanto basta, per far l'ufficio di buoni conduttori.

A fare tanto che riescano bene le sperienze coll'unico pezzo di metallo che tocchi quinci le gambe, e quindi i nervi ischiatici, oppure il tronco della rana, e che riescano meglio assai che impiegando soli conduttori di 2ª classe, anche i migliori tra questi, conviene che esse parti animali trovinsi nonchè nell'interno, ma esternamente pure assai umide; e che l'umore che bagna la superficie del tronco e de'nervi, almeno nei punti ove ha da seguire il contatto del metallo, sia notabilmente diverso dall'umore che bagna la parte della gamba che dallo stesso metallo debba venir toccata: e quanto più diversi saranno i due umori, tanto meglio sarà. Se pertanto l'umore, quello p. es. che bagna le gambe, sia acqua pura, o quasi pura, e l'altro, onde sono intrisi i nervi ischiatici o il tronco, sia o sangue viscido, o scialiva, o muco; tostochè un metallo qualsiasi si applicherà in modo, che venga a toccare qualunque parte così bagnata di dette gambe (non è più necessario, che questa parte sia il gran tendine, ogni muscolo della gamba e della coscia essendo buono), ed insieme quella qualunque parte de' nervi ischiatici, o del tronco, che trovisi imbevuta dell'altro umore, si ecciteranno delle convulsioni più o meno gagliarde nei muscoli di esse gambe e coscie; e ciò quand'anche non sia la rana, che viene sottoposta a tali prove, dotata della massima sen-

sibilità, sol che trovisi compitamente preparata. Più: se essendo tuttavia un umor acqueo o poco dall'acqua dissimile quel che immolla le gambe, l'altro di cui trovisi imbevuto il tronco sia o acqua salata, o sapone stemperato, o crema di calce, si ecciteranno le convulsioni anche in rane preparate da lungo tempo, anche in quelle non finite di preparare, cioè sventrate soltanto: al che vedemmo già che non giungono mai le prove coi soli conduttori di 2ª classe, sien quanto si voglia diversi.

Più ancora. Se il liquor salino sia un alcali ben saturo, come olio di tartaro (secondo la vecchia nomenclatura), il metallo, che s'interpone tra questo e il conduttore acqueo, sia zinco o stagno od ottone, ma massime stagno, si potrà perfino eccitare delle contrazioni muscolari e degli sbattimenti più o meno forti nelle rane neppure sventrate, ma solo trucidate e scorticate; insomma produrre con un solo e semplice metallo interposto al detto liquor alcalino, ed a qualsiasi conduttore acquoso, un effetto maggiore di quello che si produce con un arco conduttore, formato di due metalli diversi tra loro, non però molto in ordine alla virtù di cui si tratta, e quindi collocati poco distanti nella scala da me costrutta, come argento e ottone, rame e ferro, stagno e piombo, i quali prendan di mezzo e combacino la stessa rana, inzuppata nell'un luogo e nell'altro dello stesso umor acquoso o di umori poco diversi: giacchè in tal caso, con tai metalli, non si arriva mai a tanto di eccitare le convulsioni in una rana, di cui si siano snudati i soli muscoli, e non i nervi; e appena ci si riesce con metalli assai più differenti, come argento e ferro, ottone e piombo o stagno, piombo e zinco.

Or dunque un sol conduttore metallico di 1ª classe, un sol pezzo omogeneo d'argento, d'ottone, di piombo, di stagno, di zinco, il quale, interposto a due di 2ª classe, simili fra loro, o ambedue cioè acquosi, o ambedue acquosi o salini, della stessa specie, non produce alcun effetto sensibile, posto invece di mezzo e a combaciamento d'un deferente acquoso, e di uno intriso di forte liquor alcalino dà luogo ad un'azione tanto forte ed efficace, quanto quella di due metalli molto diversi, a' quali s'interponga un conduttore umido o più, poco o nulla diversi fra loro. A scuotere per es. una rana intiera ed intatta, oppure decapitata soltanto e scorticata senza ulteriore dissezione, ad eccitare le convulsioni toniche con due metalli applicati uno alle gambe e l'altro al dorso o al ventre; e così pure a indurre le stesse convulsioni in una od ambe le gambe,

con applicare ad esse solo i due metalli, non basta qualunque piccola diversità fra questi, come basta allorchè si applicano nei modi soliti alle rane finite di preparare, e neppur basta una diversità mediocre. *(Manca la fine di questa lettera).*

VI.

Parole dell'Eccell.mo Signor Presidente del Consiglio dei Ministri.

È naturale la commozione che mi vieta quasi la libertà della parola. Per tutti dev'essere ben preziosa quest'ora solenne dedicata alla più bella festa scientifica; ma essa ha una soavità speciale per me, che potrò classificarla fra quelle poche, le quali temprando la angoscia delle nefaste, lasciano un seguito di grate rimembranze e di non lievi conforti. Io li trovai ogni qualvolta venni dalle agitazioni della vita politica nella mia diletta città natale; ma dopo la potratta lontananza e la non ambita croce del potere, e la prospettiva di maggiori amarezze, era più vivo il desiderio di passare una lieta giornata nella dimora a me più cara. Questo Ateneo è oggi un tempio, che raccoglie i devoti ai miracoli della scienza, la quale disarma le folgori del Cielo e penetra nei misteri del Creato.

Inchiniamoci davanti a quel marmo vivificato dall'arte, contempliamo nell'estasi dell'ammirazione quest'uomo, che, coll'onnipotenza dell'ingegno soggiogò la natura, poichè mutano i co-

stumi, si trasformano le idee, crollano gli altari, si spegne pur anche la gloria delle armi che abbaglia un'epoca, ma alle audacie della ragione, che scopre il vero, s'inchinano popoli ed età. — La scuola di Volta continua nella sua opera sempre feconda i meravigliosi risultati; dischiuse i vasti orizzonti alle investigazioni, che prepararono i non interrotti trionfi delle dottrine sperimentali. Col telegrafo annulla lo spazio, avvicina i popoli, dà alla civiltà un impulso che anticipa il lavoro dei secoli; — illumina la notte colla scintilla, dalla quale sprigiona i raggi del sole; trasmette la voce umana e fa correre la parola rapida quasi come il pensiero. È una rivoluzione scientifica, che prosegue nella conquista. Volta ha creato un mondo del quale si scoprono quotidiani tesori. L'apologia è dunque compendiata nella ammirazione dei popoli civili; ma il discorso del Chiarissimo Prof. Gio. Cantoni fu degno del tema, egli fra i più distinti di quella eletta schiera che raccolse l'insegnamento di tanto maestro, meritava l'onore di narrarne la vita. Sarebbe dunque superflua un'appendice a sì splendida biografia. V'ha però un ricordo che mi piace evocare come il più lieto auspicio per questo Ateneo; le cure che egli vi ha consacrato sono però oggi l'evidente rivelazione della sua volontà, che lo raccomanda; indaghiamole nelle creazioni tratte quasi dal nulla perchè fu ben meschino l'apparato della scuola che ha fatto stupire il mondo; fu ben modesto il laboratorio, che diffuse il verbo di una scienza

nuova. Il genio, colla analisi fatta in angusta cerchia e con mezzi incompleti, ha raggiunto una meta sublime. Sottratto dalla meditazione allo strepito degli eventi, che incalzavano, quasi inconscio dell' uragano, concentrò i poderosi sforzi della mente in questa prediletta sede de' suoi studii, e non lo distolsero da essa le lusinghiere offerte dei governi stranieri. Il suo esempio è un legato trasmesso all'Italia, la quale, pur quando era divisa, oppressa e sofferente, fu concorde nel culto de' suoi grandi, sicchè l'ossequio alla scienza fu nei giorni del dolore la prima manifestazione del sentimento nazionale.

A questa inaugurazione, che è una festa per Pavia, partecipa la nazione, e intervengono le deputazioni di Istituti stranieri, assiste la gioventù, che personifica l'apostolato del pensiero ed è la più sicura speranza della Patria.

Io, rappresentante il Governo, sono lieto di congratularmi, per la generosa offerta, coll'egregio cittadino, che merita la gratitudine nazionale, della quale fu interprete, colla decretata onorificenza, il Re leale.

Debbo esprimere il rammarico del Ministro della Pubblica Istruzione, assente contro volontà, ma deliberato a cooperare al decoro di questa Università, alla quale hanno dato una incontestabile celebrità Volta ed altri sommi e che ha un'importanza che non svanì nemmeno nelle vicende di non propizie circostanze e che risorse a nuovo splendore per lo zelo dell'illustre Corpo in-

segnante e per l'aiuto concorde delle benemerite Rappresentanze locali. Nel programma di un governo civile è dovere che prevale ad ogni altro l'impulso alla scienza.

Augurando splendore a questo Istituto, suo sacro asilo, pur nei tempi i più tristi, rendiamo omaggio alla memoria del grand'uomo, che ne fu la più fulgida gloria e ne è oggi quasi il genio tutelare.

VII.

Lettera dell' Eccell.mo Signor Ministro della Pubblica Istruzione [1].

Roma 26 Aprile 1878.

Illustre Amico

Andare a Pavia e andarci in vostra compagnia sarebbe per me una delle più liete e più ricordevoli giornate della vita. Ma l' urgenza di parecchi lavori in corso me lo impedisce e debbo preferire il dovere al piacere. Vi prego però a farvi interprete de' miei sentimenti verso quella generosa popolazione, che mi è diletta specialmente pe' sacrifici che fa per la sua Università, al cui sviluppo e al cui incremento è debito del Governo di provvedere. Vogliate fare i più cordiali saluti all'egregio Rettore e a tutti i Professori e dite loro che io partecipo con tutta l'anima alla grande festa scientifica a cui tutta Italia, anzi tutto il Mondo civile si associa.

E credetemi sempre

Vostro
F. De-Sanctis.

All'Illustre italiano
Benedetto Cairoli.

(1) Venne letta dall'onorevole Signor Prefetto.

VIII.

Conferimento di Laurea *ad honorem* nelle Scienze Fisiche.

Per rendere sempre più ricordevole le solenni onoranze ad Alessandro Volta, la Facoltà di Scienze Matematiche e Naturali deliberava, nell'adunanza del 15 di questo mese d'Aprile 1878, di conferire la Laurea *ad honorem* nelle Scienze fisiche a coloro, che in Europa abbiano maggiormente giovato ai progressi della Fisica ed in particolare dell'Elettrologia.

E però di tale grado e dignità vennero insigniti i Signori:

Bunsen Roberto Guglielmo di Heidelberg,
Clerk Maxwell Giacomo di Cambridge,
Dumas Giovanni Battista di Parigi,
Helmholtz Ermanno di Berlino,
Neumann Francesco Ernesto di Königsberg,
Riess Pietro Teofilo di Berlino,
Thomson Guglielmo di Glasgow,
Weber Guglielmo Eduardo di Gottinga.

IX.

Università, Accademie, Società scientifiche, Istituti, Corporazioni, ecc., che mandarono delegati alla solennità, o altrimenti vi furono rappresentate.

Luogo	Università Accademie, ecc.	Delegati
Arezzo	R. Accademia Petrarca di Scienze, Lettere ed Arti	Prof. Cav. Giacomo Platner.
Bergamo	Ateneo	Prof. Ab. Cav. Antonio Buccellati.
Bologna	Accad. delle Scienze dell' Istituto	Prof. Comm. Alfonso Corradi.
Bologna	Municipio	Conte Cav. Francesco Isolani, Assessore municipale e Deputato al Parlamento.
Bologna	Università	Cav. Emilio Villari, Professore di Fisica nell'Università stessa.
Brescia	Ateneo	Dott. Luigi Bittanti, Prof. di Fisica nel Liceo di Brescia.
Cagliari	Università	Prof. Comm. Alfonso Corradi.
Camerino	Università	Prof. Comm. Giovanni Cantoni.
Carrara	R. Accademia di Belle Arti	Prof. Cav. Carlo Magenta.
Catania	Università	Prof. Comm. Giovanni Cantoni.

Luogo	Università Accademie, ecc.	Delegati
Como	Camera di Commercio ed Arti	Luigi Nobili, Presidente della Camera stessa.
Como	Comizio comense dei veterani delle guerre 1848-49	Andrea Fichi.
Como	Istituto Tecnico	Dott. Cav. Alessandro Tassani, Presidente della Giunta di vigilanza nell'Istituto medesimo.
Como	Municipio	Nob. Cav. Dott. Luigi De Orchi, Assessore municipale, e Professore Luigi Ponci
Ferrara	Università	Cav. Curzio Buzzetti, Prof. di Fisica sperimentale nell'Università medesima e Preside di quella Facoltà fisico-matematica.
Firenze	R. Istituto di studj superiori pratici e di perfezionamento	Prof. Comm. Giovanni Cantoni.
Firenze	Società medico-fisica	Dott. Comm. Felice Baroffio, Colonnello medico, e Dott. Ernesto Grassi, Ajuto ostetrico in quell'Istituto superiore.
Genova	Università	Cav. Pietro M. Garibaldi, Professore di Fisica nell'Università stessa.
Lucca	R. Accad. di Scienze, Lettere ed Arti	Prof. Comm. Alfonso Corradi.
Messina	R. Accademia Peloritana	Idem.
Milano	Accademia di Belle Arti	Cav. Prof. Luigi Bisi, f. f. di Segretario in quell'Accademia.

Luogo	Università Accademie, ecc.	Delegati
Milano	Accademia Fisico-medico-statistica	Avv. Zanino Volta.
Milano	Accademia Scientifico-letteraria	Cav. Carlo Cantoni e Comm. Paolo Ferrari, Professori nell'Accademia stessa.
Milano	R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere	Buccellati Prof. Ab. Cav. Antonio, Cantoni Prof. Comm. Giovanni, Corradi Prof. Comm. Alfonso, Ferrini Prof. Cav. Rinaldo ed Hajech Prof. Cav. Camillo.
Milano	Istituto Tecnico superiore	Cav. Rinaldo Ferrini, Prof. di Fisica tecnologica nell'Istituto, e Cav. Carlo Pasi Professore emerito.
Milano	Municipio	Cav. Carlo Reale, Assessore municipale.
Milano	Osservatorio Astronomico	Prof. Paolo Frisiani, Meteorologista e Fisico in quell'Osservatorio.
Milano	Scuola di Medicina Veterinaria	Prof. Nicola Lanzillotti Buonsanti.
Modena	Accademia di Scienze, lettere ed Arti	Prof. Comm. Alfonso Corradi.
Modena	Istituto di Belle Arti	Cav. Giuseppe Gibelli Professore di Botanica in quell'Università.
Modena	Università	Idem.
Napoli	Università	Prof. Cav. Eugenio Beltrami.

Luogo	Università Accademie, ecc.	Delegati
Padova	Università	Cav. Francesco Rossetti, Professore di Fisica in quell'Università.
Palermo	Università	Prof. Comm. Tullio Brugnatelli.
Parma	Università	Cav. Pietro Pigorini, Professore di Fisica in quell'Università.
Pisa	Società Toscana di Scienze Naturali	Prof. Cav. Torquato Taramelli.
Pisa	Università	Prof. Cav. Eugenio Beltrami.
Pistoja	Accademie di Scienze, Lettere ed Arti	Prof. Cav. Egidio Pollacci.
Roma	Accademia dei Lincei	Prof. Comm. Pietro Blaserna, Segretario di quell'Accademia.
Roma	Direzione Generale dei Telegrafi	Cav. Giuseppe Peyron, Direttore compartimentale dei telegrafi a Torino.
Roma	Società italiana delle Scienze detta dei XL	Prof. Blaserna suddetto.
Roma	Università	Prof. Comm. Alfonso Corradi.
Sassari	Osservatorio meteorologico	Prof. Seren'Antonio Rumi Direttore dell'Osservatorio medesimo.
Sassari	Università	Prof. Seren'Antonio Rumi, suddetto, e Prof. Cav. Pietro Esperson.
Siena	Accademia dei Fisiocritici	Prof. Comm. Alfonso Corradi e Prof. Cav. Camillo Golgi.

Luogo	Università Accademie, ecc.	Delegati
Siena	Università	Prof. Camillo Golgi, suddetto, e Prof. Cav. Egidio Pollacci.
Torino	R. Accademia di Medicina	Prof. Cav. Enrico Bottini.
Torino	Università	Avv. Comm. Ernesto Pasquali, e Cav. Velio Ballerini, Aggregati a quella Facoltà giuridica.
Urbino	Accademia Raffaello	Dott. Gaetano Nocca.
Venezia	Ist. Veneto di Scienze Lettere ed Arti.	Prof. Cav. Torquato Taramelli e Prof. Cav. Francesco Rossetti.
Venezia	Scuola Commerciale	Cav. Carlo Combi Professore di Diritto in quella Scuola.

X.

Università, Accademie, Istituti ecc. che mandarono lettere, telegrammi di plauso e congratulazioni nell'occasione della solennità predetta.

Luogo	Università, Accademia ecc.
Basilea	Società elvetica delle Scienze naturali.
Basilea	Università.
Boston	Accademia americana d'Arti e Scienze.
Brema	Società delle Scienze naturali.
Breslavia	Università.
Buda-Pest	Politecnico Giuseppino.
Cambridge	Università.
Copenaghen	Accademia danese di Scienze e Lettere.
Cracovia	Accademia delle Scienze.
Czernowitz	Università.
Edimburgo	Società Reale.
Fiume	I. R. Accademia di Marina.
Ginevra	Università.
Gottinga	Società R. delle Scienze.

Luogo	Università, Accademie ecc.
Gottinga	Università.
Halle	Acc. Leopoldino-Corolina dei Curiosi della Natura
Halle	Scuola di Fisica dell'Università.
Hanau	Società di Scienze naturali.
Harlem	Società olandese delle Scienze.
Heidelberg	Università.
Kiel	Università.
Königsberg	Università.
Liegi	Società geologica del Belgio.
Londra	Società Reale.
Lund	Università.
Parigi	Società degl'Ingegneri civili.
Parigi	Università di Francia, Scuola normale superiore.
Pietroburgo	Istituto tecnologico.
Praga	Associazione medica.
Praga	I. R. Politecnico.
Praga	R. Società boema delle Scienze.
Praga	Società chimica slava.
Presburgo	Società dei Naturalisti e dei Medici.
Spalato	Scuola R. superiore.
Strasburgo	Facoltà di Scienze Matematiche e Naturali.
Strasburgo	Università.

Luogo	Università, Accademia, ecc.
Upsala	Università.
Vienna . , ...	Società accademica dei Matematici e Fisici.
Vienna	Università.
Würzburg	Società Fisico-medico.
Zurigo	Università.

XI.

Persone che mandarono per lo stesso motivo lettere, o telegrammi di plauso e congratulazioni [1].

Persona	Luogo	Persona	Luogo
Prof. Agostini Gianjacopo.	Mantova	Prof. Clodig Giovanni.	Udine
Comm. Sen. Bargoni Angelo.	Torino	Prof. Cornu A.	Parigi
Prof. Sen. Bellavitis Giusto.	Padova	Conte Corti Luigi, Ministro degli affari esteri.	Roma
Prof. Bernardi E.	Vicenza	Prof. Crova A.	Montpellier
Prof. Berthelot M.	Parigi	Prof. De-Gasparis Annibale.	Napoli
Prof. Branly Edoardo	Parigi	Comm. De Sanctis Francesco, Ministro della Pubb. Istruzione.	Roma
Profess. Bunsen Guglielmo.	Heidelberg	Denza P.	Moncalieri
Prof. Calderoni Guglielmo.	Cremona	Prof. De Witthchgau Massimiliano.	Innsbruck
Prof. Cantoni Paolo.	Parma	Prof. Dal Pozzo Enrico.	Perugia
Prof. Casali Osvaldo.	Camerino	Prof. Donati Luigi.	Bologna
Profess. Cattaneo Antonio.	Milano	Prof. Feilitzsch.	Greifswald
Dott. Ciniselli Luigi.	Cremona		

(1) Parecchie intervennero pure alla solennità.

Persona	Luogo	Persona	Luogo
Prof. Felici Riccardo.	Pisa	C. Parnisetti Pietro.	Alessandria
Prof. Ferrini Rinaldo.	Milano	Cav. Peyron Giuseppe.	Torino
Prof. Filippuzzi Fran.	Padova	Prof. Pierre.	Vienna
Prof. Fossati Ercole.	Bologna	Prof. Pisati Giuseppe.	Roma
Prof. Fruscione Vincenzo.	Bari	Profess. Polloni Giuseppe.	Milano
Profess. Helmholtz Ermanno.	Berlino	Prof. Prandler Leopoldo.	Innsbruck
Prof. Karsten G.	Kiel	Prof. Riccò Annibale.	Napoli
Prof. Lallemand. A.	Poitiers	Profess. Riess Pietro Teofilo.	Berlino
Prof. Lipschitz R.	Bonn	Prof. Righi Augusto.	Bologna
Prof. Luvini Giovanni.	Torino	Prof. Roiti Antonio.	Firenze
Prof. Marangoni Carlo	Firenze	Profess. Scaffini Giuseppe.	Alessandria
Prof. Marco Felice.	Torino	Prof. Studiati Cesare.	Pisa
Ing. Cav. Maroni M.	Milano	Profess. Thalén Roberto.	Upsala
Prof. Mascart E.	Parigi	Prof. Thomson Guglielmo.	Glasgow
Prof. Maxwell Clerk G.	Cambridge	Ing. Valsecchi, Dep.	Roma
Prof. Milanesi Pietro.	Lucca		
Prof. Neyreneuf V.	Caen		

XII.

APPENDICE

La Statua in onore di Alessandro Volta.

Lettera del donatore al Rettore dell'Università di Pavia (1).

Illustriss°. Signor Rettore,

Pavia, li 28 Novembre 1876.

Più volte, percorrendo i portici di codesto celebre Ateneo ed osservando i varii monumenti che vi si trovano posti a ricordare gli illustri uomini, che vi insegnarono i varii rami dello scibile, scorsi una notevole lacuna, e con me altri pure la rimarcarono, e taluno anzi diede opera a porvi riparo senza però aver potuto raggiungere il nobile scopo; e questa lacuna riguarda il celebre Alessandro Volta, il cui nome più che di italiana ed europea è di fama universale, poichè da Lui è che, coll'invenzione del piliere che dallo scopritore prende il nome, le scienze fisiche ebbero un

(1) Questa lettera fu già pubblicata nel N. 4 del Patriotta, 9 Gennaio 1877.

nuovo immenso sviluppo, onde puossi a ragione ben dire che quel ritrovato nel progresso delle scienze fisiche costituisce un momento storico grandissimo per fecondità di molteplici ed utili risultati, e tale da trovare soltanto riscontro nelle scoperte del Newton, del Colombo, del Guttemberg. Per tale titolo il Volta soprasta agli altri, che in questo Ateneo insegnarono, e merita perciò in questo luogo una particolare distinzione. Da lungi vengono qui i forestieri per visitare il luogo ove Egli dettò e per osservare con compiacenza e venerazione gl' istromenti da Lui stesso costruiti ed adoperati nell'eseguire la sua grande scoperta; ma invano lo straniero cerca qui col desiderio un monumento non indegno di Lui. Se Como sua patria gli eresse un cospicuo monumento, più opportunamente questo dovrebbe esistere in questo Ateneo, che fu scena delle di Lui opere. Venne a me quindi naturale il pensiero di farne eseguire uno per opera mia, e col giorno di ieri ne diedi incarico all'illustre Scultore Commendatore Antonio Tantardini, il quale obbligavasi con regolare contratto a scolpire in marmo di Carrara con basamento di granito una statua di dimensioni uguali a quelle già quivi esistenti del Bordoni e del Panizza, coll' intenzione di offrirla in dono a questo illustre Ateneo, sicuro di farmi con ciò interprete del desiderio di molti miei concittadini. Ed in questo mio pensiero tanto più mi confortai oggi, in cui sonovi progetti e speranze di ampliamento dell'edificio universitario, e di aumenti nel relativo insegnamento, desiderando concorrere anch'io colle mie deboli forze a far qualche cosa che torni a decoro ed utile di codesta celebre Università.

Le idee da me quì esposte possono bastare a far comprendere, che non è l'ambizioso pensiero di acqui-

starmi qualche encomio, da cui sono alieno, che mi spinge a fare la presente offerta di donazione, ma bensì altre migliori ragioni. Nondimeno penso dover aggiungere ancora qualche parola atta a far comprendere più compiutamente il mio pensiero. Le scoperte nell'ordine dei fatti, siano questi fisici o morali, superano di gran lunga in importanza le astratte speculazioni a priori, poichè quelle riescono ad accrescere in modo sicuro il patrimonio scientifico, mentre le seconde, quando in ispecie si riferiscono ai principii primi o assai remoti delle cose, danno facilmente in fallo, e perciò debbono dal filosofo positivo ritenersi soltanto come ipotesi o semplici opinioni, di frequente da altri contraddette e spesso mutabili. Penso perciò sia nostro obbligo il celebrare principalmente gli uomini, che si illustrarono nelle scoperte di fatti, le quali sono il prodotto della retta applicazione di un ottimo metodo scientifico, metodo che di sovente viene abbandonato anche dai più forti ed elevati ingegni, sollecitati come sono da grande fretta da raggiungere le supreme verità. L'essere sorti infatti il Telesio, il Bacone ed altri a proclamare il metodo che io chiamerò empirico-razionale, non ha impedito che sorgessero successivamente il Malebranche, il Fichte, lo Schelling, l'Hegel, il Gioberti, il Rosmini e molti altri, i quali fondandosi sopra osservazioni ed analisi incomplete ed inesatte dei fenomeni psicologici crearono brillanti sistemi filosofici i quali però non sono che colossi dai piedi di creta, avendo tutti un peccato d'origine, cioè una imperfetta nozione della natura ed origine dell'umana conoscenza. Perciò l'onorare sopra tutti quelli uomini insigni, che collo studio scrupoloso e paziente dei fenomeni riuscirono alla scoperta di grandi verità di fatto, deve giovare eziandio assai a generare nella studiosa gio-

ventù quel retto senso scientifico positivo, che solo può condurre a reale vantaggio dell'umano sapere, ed a far sì che desso non travii ulteriormente. Non posso tacere del pari che gli onori che si porgono ai nostri grandi, possono altresì far sorgere in molti il nobile senso dell'emulazione, ed accendere in essi quel fuoco che nomasi amore della gloria, amore atto assai a produrre altri grandi uomini.

Se questi sono i frutti, che si possono conseguire, e che in ogni modo posso sperare coll'andar degli anni, e ciò da mia parte con sì piccolo concorso qual è il semplice dono di un'opera d'arte, ognuno può pensare quanto io ne debba esser lieto e quanto ne sarò largamente compensato.

Attendo da Lei, Illustr. Sig. Rettore, un foglio di riscontro, col quale mi partecipi se la mia offerta viene accolta, e frattanto coi sensi della mia più elevata stima e considerazione mi professo

Della S. V. Devotissimo
C. F. Nocca.

XIII.

Lettera che l'Accademia Fisio-Medico-Statistica di Milano, dietro unanime deliberazione presa nella sua adunanza del 25 Luglio 1878, inviava al Cav. Sig. Carlo Francesco Nocca:

All'Ill. Sig. Cav. Carlo Francesco Nocca

Pavia.

« Forse invecchieranno i secoli in aspettazione di un altro Volta » così chiudeva Configliacchi in codesto insigne Ateneo l'elogio del suo grande antecessore uscito appena dal novero dei viventi. La natura sembra infatti che avara sia nel donare alla umanità di cotali gagliardissimi ingegni, quasi tanto stancandosi a produrne uno, che lunghi anni di riposo le occorrano poscia per ridarne un altro.

Pavia, di lei patria, dopo i fasti del longobardico regno, rendendosi illustre con ancor più nobili glorie nel dominio delle scienze, vide succedersi nella sua Università i più degni cultori di tutti i cento rami dello scibile umano fino a quando, or fa circa un secolo, parve che le somme intelligenze italiane vi si dessero ritrovo. Era l'epoca della grande Rivoluzione. E il nome di un Alessandro, non conquistatore di popoli siccome il Macedone antico, ma più benefico, con-

quistatore di profondissime verità fisiche, foriere all'uomo d'ogni utile applicazione, il nome di Alessandro Volta risplendette per otto lustri in quell'auge del Ticinese Areopago; e resergli omaggio tutti i poteri, gli si inchinarono tutte le menti e i massimi capi dei sociali partiti, da Giuseppe II alla Repubblica francese, da Federico il Grande a Napoleone, da Pio VII allo Czar.

A voi, generoso sig. Cavaliere, non parve di sì fulgido luminare adeguato ricordo un semplice busto nella Università ch'egli illustrò cotanto, e che amava così da anteporla ad un Pietroburgo: con nobile tratto di ponderata munificenza vi erigeste in onor suo un magnifico simulacro, un monumento artistico che sorpassa di pregio e di mole ogni altro di quello storico recinto. L'applauso pel fatto, non che dalla estrema Italia, a voi arrivò d'oltre monti.

Ma da noi Lombardi, che con uno speciale affetto insieme veneriamo la memoria del comense fisico e curiamo il lustro del celeberrimo Ateneo del Ticino, da noi vuolsi una maggiore estrinsecazione di gratitudine che quella non sia stata di partecipare alla solennità del 28 aprile. Questo Sodalizio pertanto che vive nella capitale di Lombardia, e dalla fisica toglie il suo primo titolo, prova il bisogno e adempie il dovere di dichiarare la S. V. Illustrissima altamente benemerita del paese e dello scientifico progresso per l'opera testè non solo promossa, ma a tutto di lei dispendio compiuta in Pavia.

Possa il bell'esempio suscitare imitatori! Possa l'inventore della Pila, il moderno Galileo, quasi redivivo in quelle mura, ove risuonò la sua divina voce, maestra d'una intiera generazione, accendere nel petto della studiosa gioventù in cui la patria confida, il più caldo amor del sapere e quella soda diligenza che ai molti

è possibile, sebbene raramente vada, siccome fu in lui, compagna al vero genio, e mantenere quella costanza d'analisi che alla buona volontà non iscarseggia mai, senza della quale l'autore del trattato: *De vi attractiva ignis aelectrici*, non sarebbe col suo fino criterio salito all'Elettroforo, nè l'inventore di questo avrebbe immaginato il Condensatore, nè, pervenuto egli così a scavare e misurare la più recondita e lieve elettricità, avrebbe dalla rana guizzante di Galvani dedotto il miracoloso Piliere, che congiunge e onora due secoli, e non solo primieramente costruitolo, ma — eccezionale ventura — in varie forme perfezionato.

L'accademia Fisio-Medico-Statistica a unanimi voti decise nella sua tornata 25 scorso luglio di rivolgere a V. S. Illustrissima azioni di vive grazie pel munifico atto. Lieti così di adempiere al grato incarico, i sottoscritti rassegnano a Lei, onorevole signor Cavaliere, i sensi di loro alta stima ed ammirazione.

Milano, li 4 agosto 1878.

Il Presidente

Damiano Muoni.

I Vice Presidenti

Dott. Malacchia De Cristoforis — Dott. Carlo Minonzio.

I Segretari

Dott. Achille Pecorara — Avv. Cesare Pampuri.

Avv. Zanino Volta, *Bibliotecario estensore.*

XIV.

Lettera del Cav. Nocca in risposta alla Accademia stessa:

Illustriss. Sig. Presidente,

Sommamente gentile fu il pensiero, che dettava a codesto illustre Sodalizio la dotta e cortesissima lettera del 4 agosto p. p. a me diretta, ed ho grande motivo di compiacermene, e dirò ancora di andarne superbo, per aver ottenuta l'approvazione dell'eletta de' preclari ingegni, di cui si compone codesta nobile Associazione, vera illustrazione della quale Milano va giustamente orgogliosa.

E miglior interprete del pensier mio non avrei infatti potuto trovare, se non in una Accademia rappresentante, per istituto suo, la sintesi del progresso scientifico; in una Associazione sul cui vessillo sta scritto: « *Zelante ed indefessa ricerca del vero e dell'utile sociale.* »

Se agli eroi della spada, la quale non sempre rappresentò la civilizzazione dei popoli, e greci, e romani innalzarono monumenti e statue, ad esempio dei contemporanei e dei posteri, che non dovremo far noi per gli eroi del pensiero, le cui conquiste segnano sempre, ed invariabilmente, un rapido elevarsi del benessere

sociale? Che non avremmo noi dovuto fare per un Volta, il cui nome, già immortale pe' suoi ritrovati, si collega oggi ancora colle più meravigliose moderne scoperte, e con quelle splendide teorie, che alla scienza vanno dischiudendo nuovi orizzonti?

Fu pertanto per sciogliere un dovere verso quel Grande, il quale per sei lustri dimorò in questa città, facendola sua seconda patria, dettando dalla Cattedra, e nel Gabinetto operando le sue immortali invenzioni, che io, facendomi eziandio interprete del voto de' miei concittadini, deliberai fosse posta nel patrio Ateneo una statua, che convenevolmente lo rammentasse, e la quale, nello stesso tempo, additasse alla studiosa gioventù il cammino alla scienza ed alla gloria; epperò, avendo questo dovere compiuto, il merito mio non parmi sì grande, quale la squisita cortesia dei membri di codesta illustre Accademia si compiacque ritenere.

Ad ogni modo, nelle nobili espressioni della lettera succennata, io troverò sempre un eccitamento a fare ogni mia opera migliore nell'interesse scientifico e sociale, come nel tempo stesso trovo la maggiore fra le avute soddisfazioni; onde, per tanta cortesia e benevolenza, prego la compiacenza di codesta onorevole Presidenza di voler essere interprete appresso l'intiero corpo Accademico della mia più viva e perenne gratitudine.

Mentre chiedo perdono pel ritardo frapposto al dare riscontro, dovuto alla mia assenza dalla città, mi è gradita questa occasione per rassegnarmi colla più alta estimazione e col massimo ossequio

Pavia, li 17 settembre 1878.

Della S. V. Illustriss. devot. obblig. servitore
Carlo Francesco Nocca.

INDICE

I.	Proemio	*Pag.*	3
II.	Il 28 Aprile 1878 in Pavia	»	6
III.	Parole del Rettore Prof. Com. A. Corradi	»	11
IV.	Parole del Sindaco Com. Bernardo Arnaboldi Gazzaniga	»	14
V.	La *Mente di Volta,* discorso del Prof. Com. Giovanni Cantoni Preside della Facoltà di Scienze Matematiche e naturali	»	21
	Documento A. — Minuta della lettera 4ª del Volta al Vassalli	»	73
	Documento B. — Idem. della 5ª	»	88
VI.	Parole dell'Eccellentissimo Signor Presidente del Consiglio de' Ministri	»	95
VII.	Lettera dell'Eccellentissimo Signor Ministro della Pubblica Istruzione	»	99
VIII.	Conferimento di Laurea *ad honorem* nelle Scienze fisiche	»	100
IX.	Università, Accademie, Società scientifiche, Istituti, Corporazioni, ecc., che mandarono delegati alla solennità o altrimenti vi furono rappresentati .	»	101
X.	Università, Accademie, Istituti, ecc., che mandarono lettere, telegrammi di plauso e congratulazioni nell'occasione della solennità predetta	»	106
XI.	Persone che mandarono per lo stesso motivo lettere, o telegrammi di plauso e congratulazioni . . .	»	109

XII. *Appendice.* — La statua di Alessandro Volta. — Lettera del donatore al Rettore dell'Università di Pavia . . . . . *Pag.* 111

XIII. Lettera dell'Accademia Fisio-Medico-Statistica di Milano, al Cav. Nocca . . . . . » 115

XIV. Lettera del Cav. Nocca in risposta all'Accademia stessa . . . . . » 118

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
B.V9351 PA C001
Monumento ad Alessandro Volta in Pavia :
3 0112 089349242